

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

CAMILA PORTO DE MEDEIROS

**ANÁLISE DE CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE
SOCIAL E PROPOSIÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS SUSTENTÁVEIS
COM BASE NO ESTUDO DE UNIDADES DO BAIRRO CIDADE ALTA,
FORQUILHINHA, SC.**

CRICIÚMA

2016

CAMILA PORTO DE MEDEIROS

**ANÁLISE DE CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE
SOCIAL E PROPOSIÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS SUSTENTÁVEIS
COM BASE NO ESTUDO DE UNIDADES DO BAIRRO CIDADE ALTA,
FORQUILHINHA, SC.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
para obtenção do grau de Bacharel no Curso
de Engenharia Ambiental da Universidade do
Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. MSc. Mário Ricardo
Guadagnin.

CRICIÚMA

2016

CAMILA PORTO DE MEDEIROS

**ANÁLISE DE CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE
SOCIAL E PROPOSIÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS SUSTENTÁVEIS
COM BASE NO ESTUDO DE UNIDADES DO BAIRRO CIDADE ALTA,
FORQUILHINHA, SC.**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado
pela Banca Examinadora para obtenção do
Grau de Bacharel, no Curso de Engenharia
Ambiental da Universidade do Extremo Sul
Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa
em Energia, Sociedade e Meio Ambiente.

Criciúma, 22 de junho de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Mário Ricardo Guadagnin - Mestre – (UNESC) – Orientador

Prof. Gustavo José Deibler Zambrano – Mestre – (UNESC)

Prof. Sérgio Luciano Galatto – Mestre – (UNESC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela saúde e à minha família pela paciência e compreensão.

Ao professor MSc. Mário Ricardo Guadagnin pela orientação no trabalho e aprendizado transmitido em nossos diálogos.

Ao Fabrício Caporal Minatto que disponibilizou a vaga de estágio em seu escritório e disposição em transmitir conhecimento.

Ao Guilherme Fernandes Toscan pela atenção ao ter me auxiliado no desenvolvimento do trabalho.

Ao professor MSc. Gustavo José Deibler Zambrano e ao professor MSc. Sérgio Luciano Galatto por terem aceitado o convite para compor a banca deste trabalho.

Ao Sr. Altamir Durli, gerente regional da Caixa Econômica Federal, pela atenção e disponibilidade de tempo nos momentos de necessitei de informações.

E a todos que indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

**"Busque oportunidade e não segurança.
Um barco no porto está seguro, mas com
o tempo o fundo vai apodrecer."**

S. Brown

RESUMO

A indústria da construção civil, hoje, é o setor que mais consome recursos materiais e por consequência, é a maior geradora de resíduos na área urbana. Para minimizar os impactos ambientais, o setor da construção civil se posicionou, em caráter mundial, na busca de construções com melhor desempenho ambiental enfatizando as metas de sustentabilidade. O objetivo geral do presente trabalho é estudar o sistema construtivo convencional de habitação de interesse social e propor materiais de construção alternativos de caráter sustentável de acordo com os critérios do Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal (CEF). Para o alcance desse, foram elencados os objetivos específicos: a) discutir conceitos e abordagens na prática de certificação ambiental na construção civil para tomada de decisões quanto aos materiais de construção de caráter sustentável em habitações de interesse social; b) identificar alternativas de materiais de construção com caráter sustentável para adoção em edificações de habitações de interesse social com Selo Casa Azul; c) classificar a nova proposta adotada de habitação de interesse social de acordo com as diretrizes do Selo Casa Azul; d) propor um modelo de Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição (PGRCD) como maneira de orientar as construtoras e seus funcionários atuantes no canteiro de obra. Como justificativa, tem-se que a grande parte das atividades humanas que impactam o meio ambiente tem ligações com a indústria da construção civil. Atualmente, considerando o aumento da preocupação com as questões ambientais, torna-se necessário pesquisar novas alternativas para minimizar o impacto ambiental no setor da construção civil. Ao evitar-se o uso de materiais de baixa qualidade, melhora-se o desempenho e reduz-se o desperdício de recursos naturais e financeiros com reparos desnecessários, além de melhorar as condições de competitividade das construtoras. A certificação Selo Casa Azul procura reconhecer empreendimentos que comprovem suas contribuições para a diminuição de impactos ambientais, avaliados de forma qualitativa. A metodologia utilizou a técnica de pesquisa exploratória, com abordagem mais qualitativa do que quantitativa, adotou a revisão bibliográfica de temas relacionados à problemática para identificar materiais sustentáveis e para aplicar no estudo de caso de um conjunto habitacional de interesse social, o condomínio Jardim dos Ipês em Forquilha, SC. Realizaram-se visitas a CEF e ao conjunto habitacional. Para substituição dos materiais construtivos convencionais foram propostas duas alternativas: painéis Monoforte de EPS e telhas recicladas de embalagens longa vida. O conjunto habitacional adquiriu o Selo Casa Azul nível Prata e o custo total final resultou em uma redução de R\$ 65.441,32 em comparação com o custo da obra convencional. Com vista ao cumprimento dos critérios da certificação foram propostas: a instalação de um sistema de captação de água pluvial; uso de lâmpadas LED; uso de arejadores de fluxo de água nas torneiras; tapumes reutilizáveis, além do sistema de aquecimento solar de água, no qual, é obrigatório por Lei Federal. Apesar dos inúmeros benefícios dos materiais alternativos, o aspecto cultura por parte do morador, da formação dos profissionais e o desconhecimento das construtoras são fatores determinantes para não aderirem aos mesmos.

Palavras-chaves: Habitação social sustentável. Materiais sustentáveis. Selo Casa Azul.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Média do déficit habitacional do total de domicílios particulares permanentes por situação de domicílio segundo regiões geográficas.....	17
Figura 2 – Principais fases do ciclo de vida das edificações.....	33
Figura 3 – Sistema construtivo de EPS e malha de aço com aplicação de micro concreto e massa corrida.....	40
Figura 4 – Etapas da montagem dos painéis.....	41
Figura 5 – Uso de equipamentos de projeção na construção.....	41
Figura 6 – Instalação de telhas recicladas de embalagens longa vida.....	45
Figura 7 – Alternativas de localização do SAS.....	47
Figura 8 – Iluminação lateral com relação profundidade x altura do vão da janela...	48
Figura 9 – Iluminação natural com aberturas zenitais.....	49
Figura 10 – Ventilação cruzada.....	50
Figura 11 – Sistema de drenagem e sistema com derivação para aproveitamento de água pluvial.....	51
Figura 12 – Sistema com volume adicional de retenção e sistema de fluxo total para aproveitamento de água pluvial.....	52
Figura 13 – Logomarcas do Selo Casa Azul.....	55
Figura 14 – Fluxograma da metodologia do trabalho.....	59
Figura 15 – Mapas de localização do município de Forquilha, SC.....	61
Figura 16 – Limite do bairro e principais acessos ao condomínio Jardim dos Ipês...	63
Figura 17 – Loteamento do condomínio Jardim dos Ipês no bairro Cidade Alta.....	63
Figura 18 – Situação das antigas residências às margens do Rio Sangão.....	64
Figura 19 – Antigas residências localizadas em áreas de rejeito piritoso.....	64
Figura 20 – Vista parcial da configuração das unidades.....	65
Figura 21 – Localização das infraestruturas básicas na rota de pedestres.....	69
Figura 22 – Mapeamento dos fatores de risco.....	71
Figura 23 – Possibilidades de ampliações da unidade.....	74
Figura 24 - Zoneamento bioclimático brasileiro.....	77
Figura 25 – Simulação do fluxo de ar nos cômodos.....	87
Figura 26 – Cisterna aparente para captação de água pluvial.....	99
Figura 27 – Plantas baixas das unidades habitacionais.....	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de RCD coletado no Brasil e região sul.	27
Tabela 2 – Densidade de massa aparente, condutividade térmica e calor específico dos materiais.	83
Tabela 3 – Orçamento da implantação de unidades habitacionais convencionais..	121
Tabela 4 – Orçamento da implantação de unidades com o Selo Casa Azul	124

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação das principais certificações aplicadas no Brasil.	36
Quadro 2 – Critérios de análise organizados em categorias do Selo.....	54
Quadro 3 – Níveis de graduação do Selo	54
Quadro 4 – Limites de avaliação e localidades para o Selo Casa Azul nível bronze.	55
Quadro 5 – Classificação quanto ao potencial de sustentabilidade e impacto ambiental das placas recicladas de embalagens longa vida.....	79
Quadro 6 – Propriedades gerais das placas recicladas.	80
Quadro 7 – Comparativo entre telhas recicladas e telhas de fibrocimento.	80
Quadro 8 – Porcentagem de absorvência e refletância das placas recicladas por comprimento de onda (UV, IV e VIS).	81
Quadro 9 – Absorvência e refletância obtida para as amostras de materiais.	82
Quadro 10 – Modelo de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição.	126
Quadro 11 – Resumo das categorias, critérios e classificação do Selo Casa Azul.	128

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAL	Associação Brasileira do Alumínio
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAPEX	Associação Brasileira de Poliestireno Expandido
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
AMREC	Associação dos Municípios da Região Carbonífera
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
APO	Avaliação Pós-Ocupação
BNH	Banco Nacional de Habitação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CEF	Caixa Econômica Federal
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CMDS	Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COOPERA	Cooperativa Pioneira de Eletrificação
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
DATEC	Documento de Avaliação Técnica
EPS	Poliestireno Expandido
FJP	Fundação João Pinheiro
FNHIS	Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social
HIS	Habitação de Interesse Social
IBOPE	Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística
IN	Instrução Normativa
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LAMEM	Laboratório de Madeiras e Estrutura de Madeiras
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design (Liderança em Energia e Design Ambiental)
UN	United Nations

UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
ONU	Organização das Nações Unidas
P+L	Produção mais Limpa
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PGRCD	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição
PMF	Prefeitura Municipal de Forquilha
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PSQ	Programas Setoriais de Qualidade
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção e Demolição
SAS	Sistema de Aquecimento Solar
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SINAT	Sistema Nacional de Avaliação Técnica
SC	Santa Catarina
SFH	Sistema Financeiro de Habitação
UNESC	Universidade do Extremo Sul Catarinense
UNRIC	United Nations Regional Information Centre for Western Europe
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 ASPECTOS DA URBANIZAÇÃO	16
2.2 DEBATES COM VISTA AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	18
2.3 DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE.....	20
2.3.1 Desenvolvimento sustentável X Sustentabilidade	21
3 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL	23
3.1 TIPOLOGIA DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS.....	24
4 IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL CONVENCIONAL.....	25
4.1 IMPACTOS NO CANTEIRO DE OBRAS	26
4.1.1 P+L nos canteiros de obras.....	28
4.2 SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES	30
4.2.1 Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).....	32
4.3 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	35
4.4 ALTERNATIVAS DE MATERIAS DE CARÁTER SUSTENTÁVEL	37
4.4.1 Sistema construtivo com painéis de poliestireno expandido	37
4.4.2 Telhas recicladas de embalagens cartonadas longa vida	43
4.4.2.1 Processo de reciclagem das embalagens longa vida.....	43
4.5 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR (SAS)	46
4.6 ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO NATURAL	48
4.7 CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA	50
5 SELO CASA ZUL DA CAIXA	53
5.1 PRÉ-REQUISITOS GERAIS DE PROJETO	53
5.2 CATEGORIAS E CRITÉRIOS	54
6 METODOLOGIA	57
7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	60
7.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	60
7.2 CONJUNTO HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL JARDIM DOS IPÊS....	62
7.2.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO	65
7.3 CRITÉRIOS SELECIONADOS DO SELO CASA AZUL.....	67

7.3.1 Categoria: qualidade urbana	67
7.3.1.2 Critério obrigatório: qualidade do entorno – Impactos	69
7.3.2 Categoria: projeto e conforto	72
7.3.2.1 Critério obrigatório: paisagismo	72
7.3.2.2 Critério de livre escolha: flexibilidade de projeto	74
7.3.2.3 Critério obrigatório: local para coleta seletiva	75
7.3.2.4 Critério obrigatório: equipamentos de lazer, sociais e esportivos	75
7.3.2.5 Critério obrigatório: desempenho térmico – Vedações	76
7.3.2.5.1 Cobertura de telhas recicladas	77
7.3.2.5.2 Paredes de painéis Monoforte de EPS	84
7.3.2.6 Critério obrigatório: orientação ao sol e ventos	86
7.3.3 Categoria: eficiência energética	88
7.3.3.1 Critério obrigatório: lâmpadas de baixo custo – Áreas privativas	88
7.3.3.2 Critério obrigatório: dispositivos economizadores – Áreas comuns	90
7.3.3.3 Critério de livre escolha: sistema de aquecimento solar	91
7.3.3.4 Critério de livre escolha: medição individualizada – Gás	91
7.3.4 Categoria: conservação de recursos materiais	92
7.3.4.1 Critério obrigatório: qualidade de materiais e componentes	92
7.3.4.2 Critério de livre escolha: componentes industrializados ou pré-fabricados ...	93
7.3.4.3 Critério obrigatório: formas e escoras reutilizáveis	94
7.3.4.4 Critério obrigatório: gestão de resíduos de construção e demolição	94
7.3.4.5 Critério de livre escolha: madeira plantada ou certificada	96
7.3.5 Categoria: gestão da água	96
7.3.5.1 Critério obrigatório: medição individualizada – Água	97
7.3.5.2 Critério de obrigatório: dispositivos economizadores – Bacia Sanitária	97
7.3.5.3 Critério de escolha livre: dispositivos economizadores – Arejadores	97
7.4.5.4 Critério de livre escolha: aproveitamento de águas pluviais	98
7.3.5.5 Critério obrigatório: áreas permeáveis	99
7.3.6 Categoria: práticas sociais	100
7.4.6.1 Critério obrigatório: educação para gestão de RCD	100
7.3.6.2 Critério obrigatório: educação ambiental dos empregados	101
7.3.6.3 Critério obrigatório: orientação aos moradores	101
7.4 ATENDIMENTO AOS ITENS PROPOSTO DO SELO	102

8 CONCLUSÃO	106
REFERÊNCIAS.....	110
ANEXO A – ORÇAMENTOS.....	121
ANEXO B - MODELO DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	126
ANEXO C – PLANILHA DE CRITÉRIOS, CATEGORIAS E CLASSIFICAÇÃO DO SELO CASA AZUL.....	128
ANEXO D – PLANTA BAIXA DA UNIADADE BÁSICA	130

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os problemas relacionados às habitações sociais remontam anos, em função do crescimento populacional. E nesta década, ocorreu um aumento na demanda de novas construções de conjuntos habitacionais para atender a população carente de moradia adequada e de infraestrutura de saneamento básico.

No setor da construção civil, apesar da existência de normas para caracterização de materiais quanto ao desempenho, à vida útil, entre outros aspectos, ainda, as técnicas construtivas não superam as expectativas quando se trata de durabilidade e reciclabilidade dos componentes que compõem uma habitação.

O presente trabalho refere-se ao tema construções sustentáveis, no qual, a pesquisa apresenta um estudo de caso de uma habitação de interesse social localizada no bairro Cidade Alta em Forquilha, SC. Esta representa o modelo construtivo comumente realizado na região de Criciúma, SC.

A qualidade inferior dos materiais empregados nas habitações de interesse social resulta em consequências nos aspectos ambientais, econômicos, bem como risco à vida humana, pois, a vida útil dos mesmos é reduzida e logo, necessitam de reparos ou substituições. Os custos destas alterações, a geração e o descarte incorreto dos resíduos sólidos são alguns dos impactos negativos da escolha inadequada desses elementos construtivos.

Desta forma, a análise dos materiais de construção civil que constituem a maior parcela de uma habitação, permite implementar medidas de redução do desperdício e maior aproveitamento dos mesmos. Visto que a preocupação com as questões ambientais é cada vez maior, o desempenho ambiental das edificações está se tornando necessário com busca de novas alternativas ambientalmente corretas empregadas na elaboração de edificações, inclusive em habitações de interesse social, para proporcionar conforto térmico, durabilidade e custo-benefício.

A metodologia adotou a pesquisa exploratória, aplicada e revisão bibliográfica de temas relacionados às habitações de interesse social, impactos da construção civil, sustentabilidade em edificações e certificações ambientais. A pesquisa também contou com visitas realizadas na Caixa Econômica Federal

(CEF) e ao conjunto habitacional, acesso aos documentos de responsabilidade da construtora que executou a obra e de posse do projeto de extensão da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).

O objetivo geral desta pesquisa visou estudar o sistema construtivo convencional de habitação de interesse social e propor materiais de construção alternativos de caráter sustentável de acordo com os critérios do Selo Casa Azul da CEF.

As certificações ambientais no setor da construção civil tornaram-se um meio de qualificar e/ou quantificar os benefícios da implementação de medidas de caráter sustentável. Qualquer edificação pode aderir às técnicas simples ou sofisticadas para atingir desempenho ambiental de acordo com o local que se pretende implantá-la ou modificá-la.

O trabalho buscou: a) discutir conceitos e abordagens na prática de certificação ambiental na construção civil para tomada de decisões quanto aos materiais de construção de caráter sustentável em habitações de interesse social; b) identificar alternativas de materiais de construção com caráter sustentável para adoção em edificações de habitações de interesse social com Selo Casa Azul; c) classificar a nova proposta adotada de habitação de interesse social de acordo com as diretrizes do Selo Casa Azul e d) propor um modelo de Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição (PGRCD) como maneira de orientar as construtoras e seus funcionários atuantes no canteiro de obra.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS DA URBANIZAÇÃO

A atual população global (7 bilhões) deve evoluir para 9 a 10 bilhões de pessoas neste século, mais especificamente no ano de 2050, segundo a projeção da United Nations (UN) (2006) apud Mihelcic e Zimmerman (2012).

O impacto do crescimento populacional é compreendido há muito tempo como um problema para que seja possível tanto atingir os objetivos sociais, econômicos e ambientais quanto para desenvolver um futuro sustentável (MIHELICIC E ZIMMERMAN, 2012).

Com a atual situação, no ano de 2030, prevê-se que quase 60% da população viverão nos centros urbanos (UNRIC, 2015).

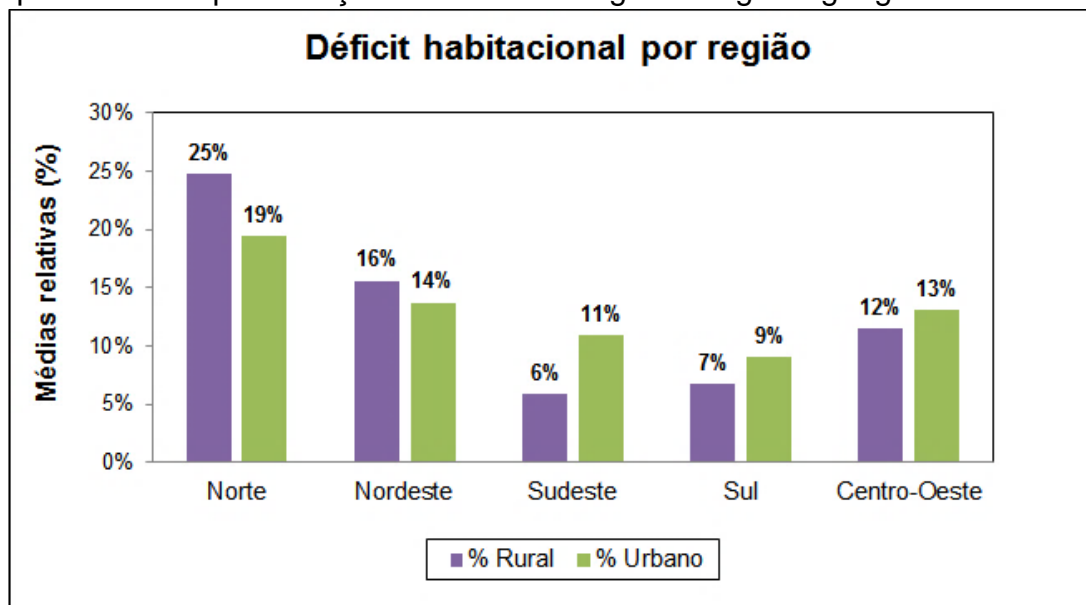
O crescimento populacional reflete no aumento das periferias urbanas, pois, atualmente cerca de 60%, o que corresponde a 828 milhões da população urbana mundial, está localizado em regiões expostas há pelo menos um tipo de risco de desastre natural (ONU, 2012).

No Brasil a população, segundo o Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), atingiu um total de 190 milhões de habitantes na data de referência. A população urbana com cerca de 160 milhões de habitantes (84,4%) foi predominante, enquanto 29 milhões (15,6%) residiam em áreas rurais (IBGE, 2010a).

No país, até o ano de 2010, havia um déficit habitacional de 6,49 milhões de unidades, o correspondente a 12,1% dos domicílios particulares permanentes por situação de domicílio em regiões metropolitanas e demais áreas (FUNDAÇÃO, 2013).

A Figura 1 demonstra o déficit habitacional relativo (%) ao total de domicílios particulares permanentes por situação de domicílio nas áreas rurais e urbanas segundo regiões geográficas.

Figura 1 - Média do déficit habitacional do total de domicílios particulares permanentes por situação de domicílio segundo regiões geográficas.



Fonte: FUNDAÇÃO, 2013 adaptado pela AUTORA, 2016.

De acordo com o estudo da Fundação João Pinheiro (FJP), em Santa Catarina (SC) havia um déficit de 100 a 200 mil unidades até 2010, representando menos de 10% comparado com outras regiões do país. Além disso, no Estado de SC, o déficit habitacional é composto por 42,5% coabitação habitacional, 36,5% ônus excessivo com aluguel, 17,5% domicílios precários e 3,5% adensamento excessivo (FUNDAÇÃO, 2013).

O processo de urbanização foi rápido e intenso, principalmente nos países em desenvolvimento, caracterizado pela ausência de ordenamento ou planejamento por parte do poder público, cujas regras eram ditadas pela especulação imobiliária. Isto privilegiou o desenvolvimento de infraestrutura de serviços para as áreas mais nobres das cidades destinadas às classes alta e média e enquanto outras áreas menos valorizadas, ocupadas pelas classes de menor poder aquisitivo, ficaram com déficit de infraestrutura urbana (ANDRADE, 1998 apud AULICINO, 2008).

Um caminho possível de superação às limitações, de acordo com Oliveira e Milioli (2014), é o novo movimento global no sentido da busca de propostas para cidades sustentáveis que integrem o humano e a natureza, o social e o ético com técnicas construtivas sensíveis ao ambiente natural e estruturas urbanas atuando num circuito simbiótico.

2.2 DEBATES COM VISTA AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

No decorrer do Século XX, o processo de modernização através do desenvolvimento tecnológico, segundo Braun (2008), contribuiu para inúmeros melhoramentos quanto ao maior conforto e qualidade de vida. No entanto, o progresso abriu caminhos para as degradações ecológicas e problemas socioeconômicos globais. Com isso, os benefícios do processo de modernização destinaram-se a uma pequena parcela da população mundial e os diversos problemas ficaram para a grande maioria que não obtém das soluções adequadas para solucioná-los.

No contexto das discussões sobre sustentabilidade, muitas obras importantes surgiram na história do ambientalismo e impulsionaram os debates internacionais sobre a temática:

- Publicado em 1972 e encomendado pela ONG Clube de Roma em 1968, o relatório *“Limits to Growth”* (Limites do Crescimento), segundo Corrêa (2009), pretendeu impactar a comunidade científica ao apresentar cenários bastante catastróficos sobre o futuro do planeta, caso o padrão desenvolvimentista permanecesse-se nos mesmos moldes vigentes da época.
- Em 1972, realizou-se a primeira *“United Nations Conference on the Human Environment”* (Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano) que ocorreu em Estocolmo. Um importante marco, porque acrescentou o meio ambiente à lista de problemas globais e teve como referência o relatório do Clube de Roma (MIHELCIC e ZIMMERMAN, 2012).
- Em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) lançou o histórico *“Our Common Future”* (Nosso Futuro Comum), também conhecido como Relatório de Brundtland. Este relatório adotou o conceito de desenvolvimento sustentável:

Desenvolvimento econômico e social que satisfaz as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades. (MIHELCIC e ZIMMERMAN, 2012, p. 102).

- Muitas das contribuições do Relatório de Brundtland proporcionaram o estímulo para as discussões no ano de 1992 na cidade do Rio de Janeiro. Conhecida como

Cúpula da Terra (RIO-92), durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), foi a primeira conferência global a se voltar especificamente para o meio ambiente, integrando, pela primeira vez, questões ambientais e econômicas (MIHELCIC e ZIMMERMAN, 2012).

- Um resultado dessa conferência foi agenda não obrigatória para o século XXI, chamada de Agenda 21, um documento que estabeleceram objetivos e recomendações relacionadas a questões ambientais, econômicas e sociais, dos aspectos humanos e das condições de vida e de trabalho das pessoas do planeta, elaborados em consenso entre governos e instituições da sociedade civil de 179 países. Foi um marco histórico que mobilizou o mundo ao transformar o conceito de desenvolvimento sustentável em propostas de ações para o século seguinte (OLIVEIRA E MILIOLI, 2014; SILVA, 2012; MIHELCIC e ZIMMERMAN, 2012).

Neste evento destacou-se, de acordo com Oliveira E Milioli (2014), a aprovação de princípios e acordos para os desafios que seriam enfrentados adentrando o século XXI, haja vista que a preocupação ultrapassava os problemas da deterioração do meio natural e direcionava as atenções para as cidades.

- Nos anos seguintes ocorreram outros eventos ambientais importantes que contribuíram para o delineamento da concepção atual da sociedade sobre o meio ambiente sustentável. Os principais eventos foram: a Rio+5 em Nova York (1997) que teve como objetivo analisar a implementação do Programa da Agenda 21; a Rio+10 em Johannesburgo, África do Sul (2002) onde foi examinado se as metas estabelecidas pela Conferência do Rio 92 foram respeitadas e servindo para que os Estados, países e nações reiterassem compromissos com os princípios do desenvolvimento sustentável, evento este conhecido como a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (CMDS) (FERREIRA, 2009 apud SILVA, 2012; ESTADO, 2015).

- A segunda Conferência do Rio de Janeiro, a Rio+20 em 2012 ficou longe de ser um ponto de referência ambiental, pois a extração de recursos naturais no mundo todo como combustíveis fósseis, metais, minerais e biomassa cresceu 50% nos 25 anos entre 1980 e 2005. A produção de materiais com uso excessivo de energia como o cimento, plástico e aço, mais que dobraram desde 1992 (ESTADO, 2015).

2.3 DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE

Nas últimas décadas, os inúmeros debates ao redor do mundo resultaram em significativas contribuições para o conceito de sustentabilidade.

A seguir cita-se um conceito que se diferencia de muitas da literatura, pois, explicitamente, descreve o papel do engenheiro ao destacar o projeto de sistemas feitos pelo homem.

A **Engenharia sustentável** é definida como o projeto de sistemas humanos e industriais que visa a garantir que o uso dos recursos e ciclos naturais pela humanidade não leve à diminuição da qualidade de vida, devida à perda de oportunidades econômicas futuras ou aos impactos adversos nas condições sociais, na saúde humana e no meio ambiente. (MIHELCIC et al., 2003 apud MIHELCIC e ZIMMERMAN, 2012, p. 101).

Segundo o conceito citado, a sustentabilidade tem como base a integração dos três elementos do conhecido “*Triple bottom line*” ou pilar de sustentabilidade (meio ambiente, economia e sociedade). A maioria das definições incorpora esse tríplice pilar, associando-o as necessidades das gerações futuras e atuais. (MIHELCIC e ZIMMERMAN, 2012).

Desde a primeira conceituação de Desenvolvimento Sustentável no relatório “Nosso Futuro Comum” publicado pela CMMAD em 1987, esta definição ganhou inúmeras citações na literatura (MIKHAILOVA, 2004).

A conceituação de sustentabilidade varia conforme a posição em que se apresenta cada autor, ou seja, tem aqueles que conceituam emprestando-lhe um enfoque pessoal concomitantemente a área que atua: a ecologia, a biologia, a engenharia e até o leigo, porém este, consciente de sua responsabilidade e inserção no meio em que vive (CORREIA, 2009).

Para Sachs (2002) apud Aulicino (2008) o desenvolvimento sustentável está associado a várias dimensões, entre elas:

- Social – seria o alcance de uma homogeneidade social, com uma distribuição de renda justa, em que houvesse igualdade no acesso aos recursos e serviços sociais;
- Cultural – equilíbrio entre o respeito à tradição e inovação; manutenção das características locais de cada região;

- Ambiental – Ecológica – respeita a capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais visando à substituição do uso de recursos não renováveis pelos renováveis aumentando sua eficiência;
- Territorial – configurações urbanas e rurais balanceadas com a melhoria do meio ambiente urbano; proteção à diversidade biológica concomitantemente com a qualidade de vida das pessoas;
- Econômico – desenvolvimento econômico equilibrado; autonomia de pesquisa científica e tecnológica;
- Política (nacional e internacional) – apropriação dos direitos humanos; nível razoável de coesão social, co-desenvolvimento do eixo Norte-Sul, baseado no princípio da igualdade.

De acordo com o autor, o desenvolvimento sustentável independe de um conceito exato, é um desafio mundial, uma vez que a configuração atual do mundo está desequilibrada (AULICINO, 2008).

2.3.1 Desenvolvimento sustentável X Sustentabilidade

Em seu sentido lógico, a **Sustentabilidade** é a capacidade de se sustentar, de se manter. Uma atividade sustentável é aquela que pode ser mantida para sempre. Em outras palavras: uma exploração de um recurso natural exercida de forma sustentável durará para sempre, não se esgotará nunca. Uma sociedade sustentável é aquela que não coloca em risco os elementos do meio ambiente (MIKHAILOVA, 2004).

O **Desenvolvimento sustentável** é aquele que melhora a qualidade da vida do homem na Terra ao mesmo tempo em que respeita a capacidade de produção dos ecossistemas nos quais vivemos e concomitantemente distingue o fator que limita tal desenvolvimento que pode prejudicar as gerações futuras (MIKHAILOVA, 2004).

Os autores Calijuri e Cunha (2013) apresentam uma definição alternativa para sustentabilidade, como sendo um estado dinâmico que pressupõe o equilíbrio entre os impactos das atividades antrópicas, as perturbações ambientais advindas da própria existência do homem e a capacidade do meio ambiente de se autorregular e de se comportar de maneira elástica.

Para os mesmos autores, o conceito de desenvolvimento surge da problemática ambiental que emerge da inadequação ou insustentabilidade dos padrões de produção e de consumo adotado em cada sociedade (CALIJURI e CUNHA, 2013).

A gravidade da problemática ambiental mostra, sobretudo, “o esgotamento de um modelo de desenvolvimento que se revelou ecologicamente predatório, socialmente perverso e politicamente injusto.” (BRASIL, 1991 apud CALIJURI e CUNHA, 2013, p. 702).

No que diz respeito à sustentabilidade no âmbito de edificações, para Corrêa (2009), qualquer empreendimento humano para ser sustentável deve atender de modo equilibrado a quatro requisitos básicos: 1) Adequação ambiental; 2) Viabilidade econômica; 3) Justiça social; 4) Aceitação cultural.

Porém, o conceito de sustentabilidade passou a ser interpretado em um sentido excessivamente amplo. Em consequência disso, o termo foi muitas vezes utilizado para justificar qualquer atividade desde que ela reservasse recursos para as gerações futuras (MIKHAILOVA, 2004).

Mas num sentido mais rigoroso, significa que todas as atividades realizadas devem sofrer uma avaliação mais aprofundada para determinar todos os seus efeitos sobre meio ambiente. Se isso fosse feito, a maioria delas não passaria num simples teste da sustentabilidade, pelo menos no longo prazo (MIKHAILOVA, 2004).

Portanto, uma edificação sustentável não é apenas aquela que utiliza materiais ambientalmente corretos ou que recicla os resíduos gerados da construção, mas sim, a que adota princípios de conforto térmico e de iluminação, visando eficiência energética e um ambiente salubre, como também aproveitamento da água da chuva, a facilidade de manutenção e desmonte da edificação quando for o momento (BORGES, 2008).

3 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Novos conjuntos habitacionais de interesse social têm sido construídos em todo o território nacional na tentativa de suprir a demanda por habitação. Essa produção foi alavancada pela criação de programas federais como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) que teve início em 2007 e o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) em 2009 (FERNANDES, 2014).

Reconhecida em 1948, pela Declaração dos Direitos Humanos das Nações Unidas como direito de todo ser humano, a habitação passou a ser incluída como um dos direitos sociais no Brasil pela Emenda Constitucional nº 26, de 2000 (artigo 6º da Constituição) que representou um importante momento na afirmação do direito à moradia e do dever estatal de assegurá-lo (BARBO e SHIMBO, 2006).

A trajetória da política habitacional no país tem sido marcada por mudanças na concepção e no modelo de intervenção do poder público no setor. Uma breve revisão histórica da produção habitacional no Brasil é citada a seguir (PETERSON, 2010):

- Em 1964, após o Golpe Militar, foi criado o Sistema Financeiro de Habitação juntamente com o Banco Nacional de Habitação (SFH/BNH). Com a criação do BNH, buscou-se a produção em larga escala, resultante em conjuntos de grandes dimensões com a finalidade de atender o maior número de pessoas possíveis.

Estes conjuntos eram produzidos de forma padronizada, desconsiderando as características e materiais locais, além de afastados dos grandes centros em função da necessidade de áreas grandes para construção, resultando na segregação dos habitantes e em conjuntos monótonos, sem identidade, com baixa qualidade arquitetônica, resultante dos cômodos reduzidos e dos materiais de baixa qualidade utilizados na construção (PETERSON, 2010).

- Em 1986, através do Decreto nº 2.291, o BNH foi extinto, sendo incorporado pela Caixa Econômica Federal.

- Em 2003, o governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva criou o Ministério das Cidades, que passou a ser o órgão responsável pela Política Nacional de Desenvolvimento Urbano e dentro dela, pela Política Setorial de Habitação. A política de habitação se inscreve, atualmente, na concepção de desenvolvimento urbano integrado, segundo a qual habitação não se restringe a casa, mas incorpora

o direito a infraestrutura, saneamento ambiental, mobilidade e transporte coletivo, equipamentos e serviços urbanos e sociais, buscando garantir o direito à cidade (BRASIL, 2004b).

Apesar das tecnologias e as técnicas construtivas terem avançado consideravelmente, de acordo com Fernandes (2014), a atual fase da produção habitacional não difere muito do contexto histórico citado anteriormente. Os conjuntos de habitação de interesse social ainda são implantados distantes da área urbana consolidada, em áreas com carência de equipamentos urbanos, gerando problemas de tempo de deslocamento e dificuldades com transporte público.

O autor continua, ao mencionar que a estratégia do governo federal, parece tratar-se de uma produção em série e em larga escala, que coloca os aspectos qualitativos em detrimento aos quantitativos e a busca por amenizar o déficit habitacional acima das necessidades do usuário (FERNANDES, 2014).

3.1 TIPOLOGIA DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Segundo Ferreira (2011) apud Peterson (2013), um sistema construtivo é um sistema de produção, composto por processos construtivos, cujo produto objeto é o edifício. Também utilizam-se com frequência os termos Tipologias Construtivas ou Soluções Construtivas.

A CEF define Sistema Construtivo como sendo a maior parte funcional de uma edificação, sendo o conjunto de elementos e componentes destinados a cumprir com uma macro função que a define. Podem ser classificados em (CEF, 2010):

- Convencional: aquele executado com tecnologia já normalizada ou consagrada pelo uso;
- Inovador: aquele executado com aperfeiçoamento tecnológico ainda sem normalização prescritiva.

Na região de Criciúma, observa-se a predominância dos sistemas convencionais na construção dos conjuntos habitacionais multifamiliares, sendo utilizado na grande maioria dos empreendimentos o uso de alvenaria com blocos cerâmicos estruturais, este que é crescente e vem tomando espaço na região (PETERSON, 2013).

4 IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL CONVENCIONAL

O ambiente construído necessita de uma enorme quantidade de recursos naturais como água, energia, matérias-primas para a sua construção e operação.

Segundo Mihelcic e Zimmerman (2012), uma análise do fluxo de materiais realizada nos EUA, demonstrou que aproximadamente 89% dos materiais por peso estão associados a itens como agregados (areia, pedra, cimento – usados para produção de concreto), estruturas de aço, madeira - materiais incorporados à infraestrutura da engenharia.

Já no Brasil, aproximadamente 35% de todos os materiais extraídos da natureza anualmente (madeira, metais, areia, pedras, etc.) são usados pela construção civil e além destes, uma grande porcentagem da energia produzida no país é usada para abastecer nossas casas e condomínios (BRASIL, 2013).

“O setor da construção civil é em todo o mundo o responsável pelo consumo de 50% de recursos naturais; 40% dos insumos energéticos de todas as fontes utilizadas para aquecer, iluminar e ventilar edifícios. Estes dados consideram o ciclo de vida das edificações, o que inclui além do consumo de energia na vida útil das edificações, também a energia gasta na fabricação dos materiais de construção na obra propriamente dita e na desconstrução destas.” (TAVARES, 2006, p. 16).

Edwards (2004) apud Lima e Silva (2013) ainda menciona que 40% de toda a água utilizada no mundo destina-se a abastecer as instalações sanitárias e outros usos dos edifícios; 60% da melhor terra cultivável que se deixa de utilizar para a agricultura é usada para a construção e 70% da madeira mundial é empregada na construção de edifícios.

Souza (2005) apud Silva (2010) afirma que na construção civil há um desperdício de materiais, tão grande, na razão de 1 para cada 3 prédios construídos.

As consequências mais evidentes dessas atitudes são: escassez de recursos naturais não renováveis; diminuição das áreas florestais; destruição da camada de ozônio e efeito estufa; perda da diversidade genética; geração de resíduos; poluição do ar e chuva ácida; poluição das águas e poluição do solo (DEGANI, 2010).

4.1 IMPACTOS NO CANTEIRO DE OBRAS

No Brasil, foram instituídas instruções normativas e resoluções visando à caracterização e classificação dos resíduos, definição de responsabilidade bem como deveres.

Quanto aos Resíduos da Construção Civil (RCC) podem-se citar importantes instrumentos de gerenciamento, deste a Resolução do CONAMA nº. 307 de 2002 que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, a Resolução do CONAMA nº. 348 de 2004 que complementa a classificação estipulada na Resolução CONAMA nº. 307/2002, incluindo os resíduos de amianto na classificação de resíduos perigosos e ainda, a Resolução do CONAMA nº. 448 de 2012 que altera alguns dos artigos da Resolução nº. 307/2002.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução nº. 307 (BRASIL, 2002, p.1), adota a seguinte definição em relação à origem dos RCC:

[...] são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes de preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolo, bloco cerâmico, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeira e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plástico, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulho de obras, calça ou metralha.

Segundo Marques Neto (2005) apud Silva (2010), no Brasil a geração de resíduos sólidos está diretamente ligada ao elevado desperdício de materiais na realização dos empreendimentos. O mesmo autor, ainda, estima que para cada tonelada de lixo recolhido, são coletadas duas toneladas de entulho.

É importante ressaltar que boa parte dos materiais vem acondicionada em embalagens compostas por diversos outros materiais, tais como plásticos, polímeros (isopor, polipropileno, etc.), metais e papel. Produzindo mais resíduos sólidos durante o processo, e que em muitos casos são contaminadas, o que impede o reaproveitamento desses materiais (PESSOA, 2006 apud LOCKS, 2009).

A falta de fiscalização adequada, capacitada e empenhada na construção civil, aliada aos problemas com o descompromisso de alguns geradores no manejo e destinação final correta são fatores que, de acordo com Roth (2008)

apud Silva (2010), refletem os principais impactos ambientais perceptíveis: paisagem urbana alterada e degradada; em algumas obras, acúmulo de resíduos em vias públicas; proliferação de micro e macro vetores. Há impactos ambientais que ficam dentro das obras, escondidos como, por exemplo: comprometimento dos sistemas de drenagem; degradação de áreas de mananciais; assoreamentos e a existência de acúmulo de resíduos que podem gerar riscos por apresentar periculosidade.

Para os autores Porto e Silva (2010) apud Cardoso (2011) os resíduos de construção civil são gerados muitas vezes por deficiências no processo de construção como omissões ou falhas na elaboração e execução dos projetos, má qualidade de materiais utilizados, perdas no transporte e armazenamento, manipulação errada de componentes, mão-de-obra não qualificada.

Outros fatores também são mencionados por Schenini; Bagnati e Cardoso (2004) apud Silva (2010) como o elevado índice por acondicionamento impróprio de materiais, inexistência de planejamento na montagem dos canteiros de obras, ausência de uma cultura de reaproveitamento, reintrodução e reciclagem dos materiais.

É grande a importância dos resíduos gerados nos canteiros de obras, tanto pela quantidade que representam em escala global – da ordem de 50% da massa total dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas – como pelos impactos que causam, principalmente quando levados para locais inadequados (CARDOSO e ARAÚJO, 2007).

Segundo as projeções efetuadas sobre a coleta de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) elaboradas pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), a quantidade total de RCD coletado na região Sul e no Brasil entre os anos 2013 e 2014 (Tabela 1), são:

Tabela 1 - Quantidade de RCD coletado no Brasil e região sul.

Âmbito	2013		2014	
	RCD coletado (t/dia)	Índice (Kg/hab/dia)	RCD coletado (t/dia)	Índice (Kg/hab/dia)
Região sul	16.067	0,558	16.513	0,569
Brasil	117.435	0,584	122.262	0,603

Fonte: ABRELPE, 2014 adaptado pela AUTORA, 2016.

Analisando a tabela comparativa acima, constata-se o aumento de 2,7% t/dia na quantidade de resíduos entre os anos de 2013 e 2014, fato este dado principalmente pelo crescimento das cidades na região sul.

Em geral, no ano de 2014, a coleta de RCD nos municípios implicou no aumento de 4,1% em relação a 2013. Esta situação, também observada em anos anteriores, exige atenção especial quanto ao destino final dado aos RCD, visto que a quantidade total desses resíduos é ainda maior, uma vez que os municípios, via de regra, coletam apenas os resíduos lançados nos logradouros públicos (ABRELPE, 2014).

Mesmo não representando o total de RCD gerado pelos municípios, esta parcela é a única que possui registros confiáveis e é a que integra a pesquisa municipal realizada anualmente pela ABRELPE (2014).

4.1.1 P+L nos canteiros de obras

As construtoras e empreiteiras devem introduzir o gerenciamento dos resíduos na construção civil, a partir da Produção mais Limpa (P+L) que permite a reutilização de materiais e posteriormente, também a reciclagem, visando à permanência da matéria-prima no processo de produção. Para isso, a viabilização da coleta seletiva no canteiro de obras envolve procedimentos como (BRASIL, 2013):

- a) Preparação do canteiro** - definição da localização dos compartimentos (tambores, contêineres, caçambas, baias, etc.) onde os resíduos já segregados devem ser coletados pela empresa responsável pela coleta final;
- b) Segregação e armazenamento dos resíduos** - eles devem ser separados em quatro classes, segundo a Resolução do CONAMA nº 307/2002 (Classe A: reutilizáveis como concreto, madeira; Classe B: recicláveis como o papelão; Classe C: não recicláveis; Classe D: perigosos como latas de tintas ou materiais contaminados). Devem ser armazenados em locais cobertos;
- c) Comercialização dos resíduos** - existem cooperativas de reciclagem que compram os resíduos Classe B diretamente nas obras. Além disso, podem ser vendidos por preços mais acessíveis como a madeira e utilizar o valor da venda em utensílios para os empregados da obra (compra de uma mesa para refeição).

Aproximadamente 80% de todo o resíduo de construção gerado é passível de reciclagem. Devidamente reciclados, os RCC (Classe A) apresentam propriedades físico-químicas apropriadas para o seu emprego como material de construção e em processos de pavimentação (blocos de agregados) (SÃO PAULO, 2014).

Conforme Schmidt e Silva (2000) apud Silva (2010), a P+L além de preservar o meio ambiente, também implica diretamente na redução de custos, já que gastos para a implantação são bem menores que a disposição final de resíduos.

O tratamento e/ou destinação final de resíduos é a última alternativa quando se tem como objetivo a prevenção à poluição (SCHMIDT e SILVA, 2000, p. 20 apud SILVA, 2010).

Para os grandes volumes de RCC gerados pelo setor formal, a problemática refere-se à adequada disposição em aterros de resíduos inertes (Classe II – Inertes - ABNT NBR 10.004/87), pois, o distanciamento e o esgotamento de áreas para a destinação são crescentes (SÃO PAULO, 2014).

Um das maneiras adequadas para planejar e direcionar as práticas nos canteiros de obras é pelo uso de um instrumento gerencial, como um caderno de encargos “ambiental” tratando do tema e usada para orientar a contratação e a atuação da empresa construtora (CARDOSO e ARAÚJO, 2007).

Para tanto, a empresa deve inicialmente definir alguns elementos tais como, objetivos de sustentabilidade específicos; preocupações ambientais relevantes para a obra; especificações da obra quanto ao volume de resíduos gerados e das respectivas soluções adotadas, estabelecidas a partir das práticas do Plano de Gerenciamento de Resíduos da obra (CARDOSO e ARAÚJO, 2007).

No anexo B, um modelo de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição (PGRCD) trás medidas essenciais para o controle de geração de resíduos no canteiro de obras. O PGRCD está previsto na Resolução do CONAMA nº. 448/2012, em seu Art. 8º (BRASIL, 2012, p.2), estabelecendo que “Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos grandes geradores e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.”

4.2 SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES

Há no Brasil considerável restrição por parte da população em adotar práticas de construção sustentável, normalmente devido ao mito dos custos superiores. Isto porque nem toda construção sustentável implica em maiores custos, depende da intervenção e se ela foi integrada na etapa da concepção e projeto, podendo, em alguns casos, até reduzir a custo (BRASIL, 2013).

Pesquisas realizadas por empresas de consultoria especializadas no segmento de construções sustentáveis mostraram que empreendimentos verdes reduzem em até 30% o consumo de energia, em 50% o consumo de água, em 35% a emissão de CO₂ e em até 90% o descarte de resíduos, além de garantir um ambiente interno mais saudável e produtivo (COELHO, 2010).

Com relação ao conceito de construção sustentável, segundo Degani (2010), este varia de acordo com as prioridades de cada país e está relacionado diretamente com o seu clima, tradição construtiva, estágio de desenvolvimento industrial, natureza das edificações e características dos agentes envolvidos.

Para uma edificação ser sustentável é necessário soluções que priorizem o baixo impacto ao meio ambiente, desde a concepção do projeto, a especificação dos materiais, a construção e operação/manutenção da edificação (SILVA, 2012).

O projeto de habitação sustentável deve iniciar-se já na fase de concepção, na qual há maiores chances de intervenção com foco na sustentabilidade. A escolha do terreno é a primeira ação a ser realizada. Construí-lo em áreas inapropriadas pode resultar em grandes impactos ambientais. Durante o processo de seleção, é importante priorizar locais que não incluam áreas restritivas à ocupação e que possuam infraestrutura adequada (saneamento e acesso ao transporte público) e serviços básicos (bancos, supermercados, escolas, restaurantes, postos de saúde, etc.) (SÃO PAULO, 2014).

Além de considerar as etapas do ciclo de vida dos edifícios, a abordagem da sustentabilidade no ambiente construído ainda deve abranger os aspectos ambientais, sociais, econômicos e culturais de todas as atividades presentes nestas etapas (DEGANI, 2010).

Uma habitação sustentável traz uma série de benefícios como a minimização do uso de recursos naturais e da geração de poluição, o desenvolvimento da economia local e a formalidade nas relações de trabalho, bem como no aumento da eficiência no uso de recursos financeiros na construção e valorização do imóvel pelo mercado. Além disso, uma habitação sustentável contempla (BRASIL, 2013, p. 60):

- **Eficiência energética** – redução do consumo de energia em todo o ciclo de vida de uma habitação; utilização de fontes alternativas. A implantação de sistemas e equipamentos que promovam a redução do consumo de energia ou que sejam movidos a fontes alternativas de energia necessitam de certo investimento inicial, o qual é amortizado ao longo do tempo tendo em vista a economia de energia elétrica;
- **Uso racional da água** – redução do consumo e da geração de efluentes. Por exemplo, habitações que empregam sistema de reuso de água (a água dos chuveiros e lavatórios, após tratamento, volta para abastecer os sanitários e as torneiras das áreas comuns) podem ter uma economia de água da ordem de 35%;
- **Materiais de construção sustentáveis** - podem representar uma redução do uso de recursos naturais e das perdas durante a obra, uso de materiais e equipamentos que causem menor impacto ambiental, reuso e reciclagem de materiais. Uma construção sustentável pode representar uma economia de até 30% de recursos, durante a vida útil do imóvel (uso/manutenção);
- **Acessibilidade** – utilização do conceito de desenho universal.

Tendo em vista a necessidade de minimização dos impactos ambientais, segundo (SILVA, 2003), o setor da construção civil se posicionou, em caráter mundial, como um motor potencial para buscar construções com melhor desempenho ambiental com ênfase em atender as metas de desenvolvimento sustentável.

A Agenda 21 Brasileira (BRASIL, 2004a) cita a promoção de ações que visem à sustentabilidade do ambiente construído, com redução do desperdício, aumento da vida útil das construções, melhora dos padrões de conforto ambiental e melhoria da qualidade e produtividade das obras, com participação da cadeia produtiva do setor.

Borges (2008) afirma que a mensuração do desempenho ambiental de uma edificação, está intimamente ligado a sua concepção, ou seja, ao modo como foi projetada e construída, tendo em vista os materiais empregados e os sistemas construtivos.

Os autores McDonough e Braungart (2013, p. 127) em seu livro “*Cradle to cradle*” (Do berço ao berço) entendem a sustentabilidade como sendo local, quando menciona: “Começamos a tornar adequados os sistemas e as atividades humanas quando reconhecemos que toda sustentabilidade é local.”

4.2.1 Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

A avaliação e necessária minimização do impacto sobre o meio ambiente causados por todos os tipos de ações está adquirindo cada vez maior importância, em face de evidente limitação dos recursos disponíveis, da importância de preservar o ambiente natural e da necessidade de se ter um desenvolvimento sustentável (MCKINSEY, 2009 apud CAMPOS, 2012).

Nesse contexto, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) se destaca, atualmente, como ferramenta de excelência para análise e escolha de alternativas, sob uma perspectiva puramente ambiental (CAMPOS, 2012).

A partir dessa metodologia pode-se verificar que a prevenção à poluição se torna mais racional, econômica e efetiva do que uma ação na direção dos efeitos gerados (HINZ et al., 2006 apud RIOS, 2014).

Entretanto, a ACV de uma habitação e o custo do ciclo de vida não são fáceis de determinar e apresentam grande número de variáveis mesmo em condições normais (PETERSON, 2013).

Segundo Degani (2010) o ciclo de vida dos edifícios inicia-se na **etapa de planejamento**, etapa essencial para garantir o desempenho mais sustentável do edifício, uma vez que é neste momento que se define o local de implantação.

Antonioli (2003) apud Silva (2012) afirma que a **etapa de projeto** influencia tão significativamente nas condições operacionais e de manutenção com reflexos diretos na efetividade de custos operacionais relativas ao ciclo de vida útil de um edifício ou sistema predial. Nela os custos de intervenções são menores e os ganhos resultantes maiores.

Finalizada a etapa de concepção, iniciam-se as **etapas no canteiro de obras**, momento em que são percebidos os impactos da construção propriamente dita. Estas etapas são as mais breves do ciclo de vida dos edifícios, entretanto,

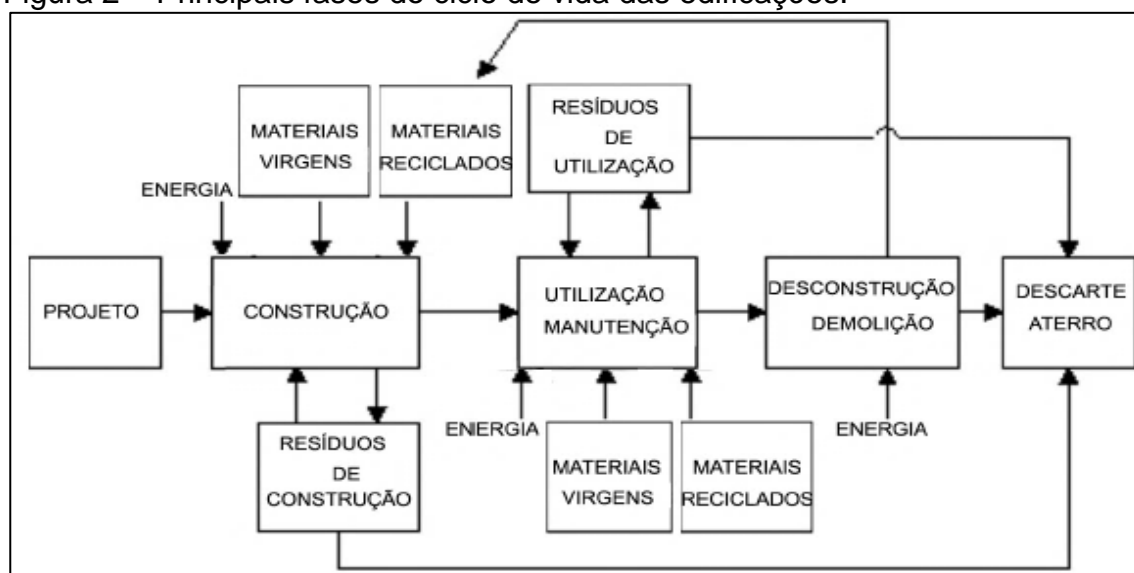
elas são fundamentais para o nível de desempenho que permanecerá na sua etapa mais longa – a **etapa de uso e ocupação** (DEGANI, 2010).

Outra etapa extremamente relevante destacada por Silva (2012), em se tratando de sustentabilidade ambiental, é representada pelas **atividades de manutenção e reforma**, pois são determinantes para o aumento da vida útil das edificações e no aperfeiçoamento de seus níveis de desempenho. Estas atividades compreendem: reposição de componentes; conservação das superfícies, sistemas e equipamentos; manutenção corretiva e preventiva de equipamentos e sistemas; ações de modernização e ampliação.

O ciclo de vida dos edifícios se encerra com a **demolição ou desconstrução**, etapa que também representa o início do ciclo de outro empreendimento. Ela deve ser realizada mediante um cuidadoso planejamento do desmonte, garantindo o reaproveitamento e a reciclagem da maior fração possível dos materiais e componentes existentes (DEGANI, 2010).

De modo esquemático, a Figura 2 apresenta o ciclo de vida de um edifício, indicando o uso de materiais, energias e resíduos gerados no seu ciclo de vida.

Figura 2 – Principais fases do ciclo de vida das edificações.



Fonte: DOLAN et al., 1999 apud PETERSON, 2013.

Segundo Barth e Vefago (2012) apud Peterson (2013), o planejamento da vida útil facilita a tomada de decisões nos custos de construção e de serviço, na manutenção e no impacto ambiental decorrente das ações, além de tentar garantir

que a vida útil de um edifício em um local específico, com um programa de manutenção preventivo que corresponda à vida útil prevista no projeto.

Para realizar esta estimativa parte-se do conhecimento disponível sobre a durabilidade de cada um dos materiais, componentes e dos sistemas construtivos a ser utilizados no edifício. A vida útil pode ser estabelecida em projeto ou por meio de normas específicas (BARTH e VEFAGO, 2012 apud PETERSON, 2013).

Os estudos de ciclo de vida realizados pelos autores Roaf, Fuentes e Thomas (2006), em seu livro, demonstraram que quanto mais à baixa energia a moradia puder durar, ou seja, quanto mais eficiente for a tecnologia de conservação de energia, menor será o impacto ambiental.

A partir disso, os mesmo autores recomendaram que a primeira prioridade de qualquer projeto devesse ser reduzir as necessidades de energia ao máximo, usando técnicas de conservação de energia e então, usando sistemas solares ativos e passivos. E os impactos dos materiais geralmente são de importância secundária (ROAF, FUENTES E THOMAS, 2006).

Entende-se que um empreendimento para ser viável financeiramente deve gerar retorno financeiro ao empreendedor ou proprietário. Nesse sentido as construções sustentáveis tendem a utilizar materiais e sistemas construtivos que atualmente apresentam preços superiores aos convencionais, mas que ao longo do tempo esses custos serão recuperados com o aumento da vida útil da edificação e com a redução dos custos de operação e manutenção (SILVA, 2012).

Contudo, McDonough e Braungart (2013, p. 107) deixam claro os seus pontos de vista quando se trata do ciclo de vida dos materiais:

Se nós, seres humanos, realmente quisermos prosperar, então teremos de aprender a imitar o sistema natural *cradle to cradle*, altamente eficaz, de fluxo de nutrientes e de metabolismo, no qual, o próprio conceito de desperdício não existe. **Eliminar o conceito de desperdício significa projetar as coisas – produtos, embalagens e sistemas – desde o início, com o entendimento de que o desperdício não existe.** Isso significa que os nutrientes valiosos contidos nos materiais (alumínio, etc) moldam e determinam o projeto: a forma segue a evolução, não apenas a função. Os produtos podem ser compostos tanto de materiais biodegradáveis que se transformam em alimento para **os ciclos biológicos** como de materiais técnicos que permanecem em **ciclos técnicos de circuito fechado**, nos quais circulam continuamente como nutrientes valiosos para a indústria. Alguns materiais que prejudicam o metabolismo biológico (mutagênicos) podem ser manipulados com segurança pelo metabolismo técnico.

4.3 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A partir da década de 1990, muitos países desenvolveram mecanismos para a avaliação do desempenho ambiental de edifícios por meio de processos de certificação voluntária, com grande abrangência temática, enfatizando, porém, os aspectos que representam os maiores desafios ambientais locais (AVALIAÇÃO, 2009).

A procura por imóveis com certificação ambiental, neste momento, relaciona-se a perfis específicos de consumidores, com destaque aos imóveis de alto padrão. Contudo, mesmo na habitação de interesse social, as preocupações ambientais começam a se fazer presentes (AMBIENTAL, 2009).

De acordo com Penna (2002) apud Silva (2012), como recomendação para novos projetos, a partir da Avaliação Pós-Ocupação (APO), torna-se possível criar um registro de avaliações que possibilita analisar a evolução qualitativa das edificações, levantar as necessidades de aprimoramento e a viabilidade de utilização de determinados materiais construtivos, consolidando um banco de dados próprio para este fim, sendo possível estruturar um plano de gestão da edificação analisada, buscando maior produtividade e redução dos custos operacionais.

Tendo em vista o cenário que se apresenta, juntamente com a conscientização da sociedade e a difusão dos critérios de sustentabilidade aplicados pelos sistemas de certificação ambiental, o Governo Federal brasileiro publicou a Instrução Normativa nº. 01, de 19 de dezembro de 2010, a qual regulamenta e estabelece critérios de sustentabilidade ambiental para aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal.

Art. 1º Nos termos do art. 3º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, as especificações para a aquisição de bens, contratação de serviços e obras por parte dos órgãos e entidades da administração pública federal direta, autárquica e fundacional deverão conter critérios de sustentabilidade ambiental, considerando os processos de extração ou fabricação, utilização e descarte dos produtos e matérias-primas. (BRASIL, p. 2, 2010).

No Quadro 1, apresenta-se os critérios de quatro certificadoras ambientais aplicadas no Brasil.

Quadro 1 – Comparação das principais certificações aplicadas no Brasil.

O que é?	Como funciona?	Quais as categorias de análises?
<p>LEED</p> <p><i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> é um Sistema Americano de certificação aplicado pelo USGBC (<i>United States Green Building Council</i>) que leva em conta o impacto ao meio ambiente nos processos de projeto, construção e operação.</p>	<p>Pontua soluções nos quesitos: espaço sustentável, localização, entorno, eficiência no uso de água e de energia, qualidade do ar, uso de materiais, qualidade ambiental interna, inovação e processos. Usa um checklist com as principais exigências das sete categorias – Platinum (platina), Gold (ouro) ou Silver (prata).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LEED NC (<i>New Construction</i>): novas construções ou grandes reformas; ▪ LEED CS (<i>Core & Shell</i>): envoltório da edificação, suas áreas comuns e internas com o sistema de ar condicionado e elevadores. É complementado pelo LEED CI (<i>Commercial Interior</i>); ▪ LEED CI (<i>Commercial Interiors</i>): interiores comerciais; ▪ Pré-certificação: projetos registrados na modalidade LEED CS. Permite a divulgação visando a pré-venda da edificação; ▪ LEED ND (<i>Neighbourhood Development</i>): avalia bairros e o desenvolvimento de comunidades; ▪ LEED School: Sistema de Certificação LEED NC e para escolas; ▪ LEED EB (<i>Existing Building</i>): edifícios existentes e ajuda o proprietário a medir suas operações e fazer melhorias.
<p>AQUA – HQE</p> <p>Alta Qualidade Ambiental é uma certificação implantada pela Fundação Vanzolini com o objetivo de obter a qualidade ambiental de uma edificação de construção ou reabilitação. É baseado na certificação francesa Démarche HQE</p>	<p>Avalia: Programa (definição das necessidades e o desempenho do projeto); Concepção (o sistema de gestão proposto é mantido e há correção de eventuais desvios); Realização (a meta é alcançar o máximo de eficiência com a menor presença de desvios) e Operação (obra até sua conclusão). Em casa uma das etapas, a edificação passa por auditorias e recebe uma certificação daquela fase.</p>	<p>Todo o processo conta com 14 categorias distribuídas em quatro bases de ação: ecoconstrução, ecogestão. Conforto e saúde. O empreendedor é pontuado por três níveis de desempenho: excelente, superior e bom. Para obter a certificação deve alcançar pelo menos três níveis “excelente” e quatro “superior”.</p>
<p>PROCEL EDIFICA</p> <p>É um subprograma do Procel que tem como missão promover a eficiência energética nas edificações, contribuindo para a conservação de energia elétrica. Não é uma certificação e, sim, uma etiquetagem.</p>	<p>Aplica-se somente aos edifícios comerciais, de serviços e públicos. São avaliados três sistemas individuais – envoltório, iluminação e condicionamento de ar. É feita uma classificação geral, que pode ser acrescida de bonificações relacionadas ao uso eficiente da água, emprega de fontes alternativas de energia ou qualquer inovação tecnológica que promova a eficiência energética.</p>	<p>Os níveis de eficiência variam de A, mais eficiente, até E, menos eficiente. A avaliação é feita em duas etapas: fase de projeto e edifício construído, após o alvará de conclusão da obra. O projeto do edifício pode ser avaliado segundo o método prescritivo ou pelo método da simulação termoenergética computacional.</p>

Fonte: COELHO, 2010 adaptado pela AUTORA, 2016.

4.4 ALTERNATIVAS DE MATERIAS DE CARÁTER SUSTENTÁVEL

É possível gerir de uma forma ambiental, econômica e socialmente responsável, os consumos, as emissões e os resíduos de qualquer organização, reduzir os custos operacionais e não perder competitividade, o que implica integrar em todas as atividades do setor da construção e com uma perspectiva de ciclo de vida, o conceito de sustentabilidade (DUARTE, 2011).

Nesse sentido, o PMCMV vem contribuindo com ações sustentáveis adotadas em suas construções. Replicadas em empreendimentos País a fora, as alternativas, muitas vezes simples, têm forte impacto positivo na qualidade dos condomínios e no bolso dos moradores (BRASIL, 2015a).

Algumas dessas implementações são aquecimento solar de água; microusina de energia solar – a energia é vendida à distribuidora local e o valor economizado é dividido entre as famílias e despesas de manutenção dos residenciais; biodigestores – as famílias rurais transformam dejetos de animais e restos de alimentos em biogás para energia elétrica e gás de cozinha, além de biofertilizantes; casas de madeira (Wood Frame) - o método alemão reduz em 75% a demanda por mão de obra e ainda minimiza o impacto ambiental da construção, uma vez que a opção por matérias-primas renováveis gera apenas 25% dos resíduos de um canteiro comum (BRASIL, 2015a).

De acordo com Peterson (2013), para se conseguir habitações de interesse social mais sustentável, devem ser adotados sistemas construtivos, materiais e especificações que gerem um menor impacto ambiental, que estejam disponíveis e próximo da região onde serão utilizados.

E ainda, deve ser economicamente viável, de fácil incorporação, permitir a autoconstrução, ser de fácil execução e atender as necessidades dos usuários (PETERSON, 2013).

4.4.1 Sistema construtivo com painéis de poliestireno expandido

Os painéis de vedação de paredes das edificações são fabricados de Poliestireno Expandido (EPS), mais conhecido no Brasil como “Isopor®”, marca registrada da Knauf Isopor Ltda. (ABRAPEX, 2016).

A Norma DIN ISO 1043 de 1978 define como EPS a sigla inglês correspondente ao Poliestireno Expandido. Essa é uma das formas que o Poliestireno (PS) está disponível no mercado, caracterizado como uma espuma rígida formada devido à expansão da resina termoplástica PS em sua polimerização (BNDES, 2002).

A expansão do poliestireno inicia quando é introduzido sob a forma de pequenas pérolas, com diâmetro até 3 mm, que em contato com pentano, um hidrocarboneto gasoso (deteriora-se rapidamente pela reação fotoquímica gerada pelos raios solares, sem comprometer o meio ambiente) e com o vapor aquoso a temperatura de 90°C, provoca sua expansão fazendo que as pérolas aumentem seu volume cerca de 50 vezes, fundindo-se e moldando-se em formas diversas (TERMOTÉCNICA, 2012a).

Os produtos finais de EPS consistem em pérolas de até 98% de ar e apenas 2% de poliestireno, inodoros, não contaminam o solo, água e ar, são 100% reaproveitáveis e recicláveis e podem voltar à condição de matéria-prima (ABRAPEX, 2016).

No setor na construção civil, o EPS é indicado para preenchimento de vazios em lajes e painéis industrializados destinados à construção de edifícios, residências, escritórios e indústrias, sendo utilizado como alvenaria estrutural ou alvenaria de vedação em todos os tipos de edificações. É compatível com outros tipos de alvenaria, podendo ser aplicado em sistema misto (TERMOTÉCNICA, 2012a).

O sistema construtivo contempla um modelo integrado de painéis modulares, cuja função estrutural é garantida por duas malhas de aço galvanizado (Figura 3) . Toda a tubulação de hidráulica, esgoto e elétrica fica entre os painéis de EPS e a tela metálica, recebendo revestimento final em concreto e/ou argamassa aplicados nas obras e resulta em um material de construção muito mais leve (TERMOTÉCNICA, 2012a).

Segundo Bertoldi (2007), o sistema construtivo com painéis industrializados teve sua origem na Europa, na década de oitenta. É um sistema construtivo monolítico desenvolvido para atender as exigências climáticas e estruturais: possui elevado desempenho térmico sendo, também, resistente a abalos sísmicos.

No Brasil, esta tecnologia, foi trazida na década de noventa, quando o sistema construtivo foi submetido à análise pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), onde foram feitos todos os testes e ensaios normativos exigidos para comprovação de sua eficiência como, por exemplo, o poliestireno diminui os ganhos e perdas de calor por possuir baixa condutividade térmica (BERTOLDI, 2007).

As etapas de construção das edificações são constituídas por preparação do terreno, locação da obra, infraestrutura, montagem dos painéis, revestimento dos painéis, projeção do micro concreto sobre os painéis, sarrafamento, cura, revestimento, cobertura e pintura. Cada etapa é descrita a seguir (TERMOTÉCNICA, 2012b):

a) Preparação do terreno, locação da obra e infraestrutura: o terreno é preparado com serviços de capina, escavação e terraplanagem. Posteriormente, executa-se a fundação que costuma ser do tipo Radier obedecendo sempre especificações do projeto. Os sistemas hidrossanitários, elétricos, de comunicação, segurança e outros, que venham a interferir no Radier, são posicionados antes de sua concretagem.

Ainda nesta etapa, são fixadas as barras de estabilização inferior, podendo ser posicionadas juntamente com a armadura da fundação ou colocadas posteriormente, perfurando a fundação e fixando-as com graute.

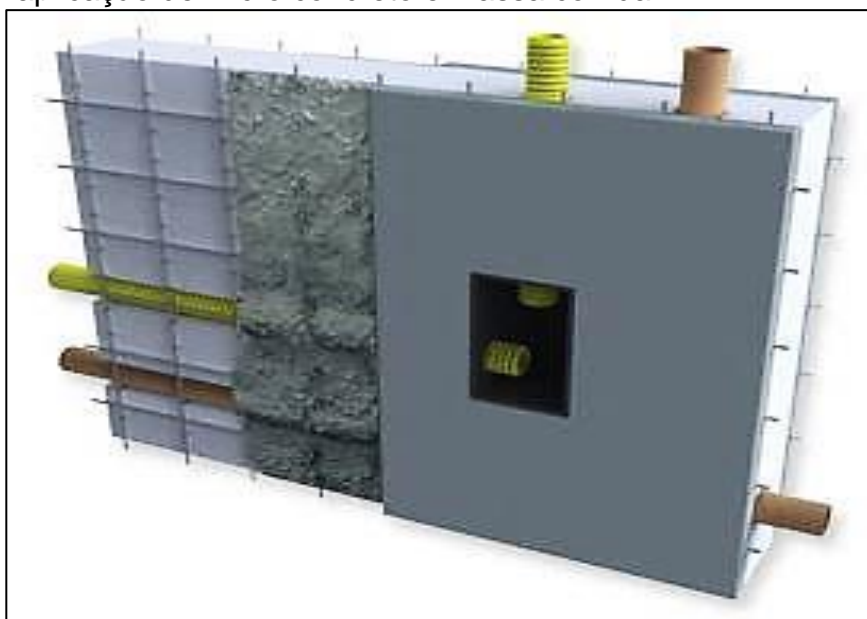
b) Montagem dos painéis: os painéis de EPS possuem espessura de 50 mm ou 80 mm e são posicionados de acordo com o projeto, travando-se um ao outro através de amarrações com abas de transpasse de arames. Realiza-se a instalação dos reforços com peças de telas estruturais tipo L, tipo U e tipo Lisa.

Em todo o perímetro interno das aberturas (portas, janelas, passagem de ar-condicionado, etc.) são colocadas armaduras de reforço com peças tipo U, fixadas com arame recozido. Nos cantos de todas as aberturas, nas duas faces dos painéis, são aplicados outros reforços com armaduras tipo Lisa 30 cm x 60 cm, dispostas diagonalmente. [...] no encontro entre paredes, cantos ou paredes em T, são aplicados reforços com armadura tipo L e Lisa tanto na face interna, quanto na face externa, na altura total do pé-direito, com fixação feita em arame recozido. (TERMOTÉCNICA, 2012b, p. 65).

c) Revestimento dos painéis e projeção do micro concreto sobre os painéis, sarrafamento e cura: são abertos os caminhos para serem feitas instalações elétricas e hidráulicas, posteriormente são aplicadas camadas de micro

concreto com espessura mínima de 3,5 cm em cada face (Figura 3). Com uma régua de alumínio, própria para a prática, é feito a retirada do excesso do material na parede e feitas possíveis correções. O tempo de cura é de no mínimo três dias. As paredes internas e externas recebem acabamentos diferentes. Nas paredes externas são aplicadas duas demãos de tinta acrílica. Nas paredes internas, em geral, o acabamento é feito com massa corrida e pintura. As demais etapas se procedem conforme uma obra convencional.

Figura 3 - Sistema construtivo de EPS e malha de aço com aplicação de micro concreto e massa corrida.



Fonte: TERMOTÉCNICA, 2012a.

O revestimento poderá ser composto por: 1ª demão de concreto e 2ª demão de argamassa, quando aplicado com finalidade estrutural; o dispositivo rebocadora pneumática é recomendado por questões de produtividade, qualidade de compactação do revestimento e pode-se obter economia na execução dos revestimentos. Ao mesmo tempo, os fechamentos com os painéis de EPS cumprem as funções de proporcionar isolamento térmica, que ultrapassa os requisitos mínimos exigidos pela norma (BERTOLDI, 2007).

As Figuras 4 e 5 demonstram algumas etapas, desde o processo de fixação dos painéis, instalação elétrica e hidráulica até a fase de finalização da obra.

Figura 4 – Etapas da montagem dos painéis.



Fonte: TERMOTÉCNICA, 2012b adaptado pela AUTORA, 2016. A - Painéis fixados nas barras de estabilização. B – Fundação Radier. C - Reforços com peças de telas estruturais tipo L, tipo U e tipo Lisa. D – Obra de dois pavimentos.

Figura 5 – Uso de equipamentos de projeção na construção.



Fonte: TERMOTÉCNICA, 2012b adaptado pela AUTORA, 2016. A – Grampeadeira pneumática. B – Soprador térmico. C – Tubulações a partir da abertura de caminhos com o uso do soprador térmico. D – Rebocadoras pneumáticas.

Em relação à manutenção, em geral, observando-se o cobrimento de concreto com o emprego de tela de aço galvanizado, a vida útil é preservada, não sendo esperada corrosão das armaduras (TERMOTÉCNICA, 2012b).

No Brasil, conforme a NBR 15.575-1/ 2012, a vida útil é uma indicação do tempo de vida ou da durabilidade de um edifício e suas partes. Para os edifícios habitacionais foi adotado o período de vida útil de projeto, em caráter informativo: parede externa, período maior ou igual a 40 anos (projeto mínima) e 60 anos (projeto superior) e o para parede interna, o período maior ou igual a 20 anos (projeto mínimo) e 30 anos (projeto superior) (TERMOTÉCNICA, 2012b).

Para Bertoldi (2007), a indústria de materiais de construção é impulsionada pelo aumento do grau de exigências de seus habitantes, com relação à qualidade dos ambientes – habitabilidade e economia, as quais se correspondem às condições de conforto ambiental, segurança construtiva, estrutural, economia de custos e durabilidade compatível. Os painéis surgiram desta evolução, com a união de elementos construtivos diferentes, onde os problemas foram minimizados e até resolvidos.

O sistema construtivo de painéis de EPS apresenta vantagens sobre o sistema convencional, tais como (TERMOTÉCNICA, 2012a): menor custo (economia nas fundações; redução do efetivo de mão de obra; aumento de produtividade; redução de madeira; não gera entulho; redução do consumo de energia elétrica durante toda a vida útil da construção); conforto térmico e acústico dos ambientes; diferentes espessuras de paredes; não proliferam cupins e fungos; EPS retardante à chama (substâncias retardantes às chamas são incluídas na fórmula do produto); fácil de ser transportado, não havendo necessidade de equipamentos de elevação; pode ser utilizado como parede estrutural ou apenas fechamento; não é necessária mão de obra especializada para montagem do sistema; facilidade e agilidade nas instalações hidráulicas e elétricas; aspecto final de uma construção sólido-rígida; o painel não sofre alterações após a exposição a condições climáticas diversas, durante o tempo de obra; rapidez na construção e em função de suas características de construção, a obra apresenta-se isenta de fissuras, trincas, rachaduras e umidade.

4.4.2 Telhas recicladas de embalagens cartonadas longa vida

As habitações projetadas com materiais reutilizados e reciclados que cumprem as normas e critérios mínimos exigidos com o objetivo de gerar o menor impacto ambiental são boas opções para os novos projetos (PETERSON, 2013).

As embalagens longa vida são descartadas em enorme quantidade, diariamente, e pouca parte do descarte é reciclada. No entanto, com a pequena parcela que se recicla anualmente, vários objetos são produzidos (CUNHA, 2011).

As placas e telhas recicladas, estão sendo utilizadas na construção civil há mais de dez anos e têm-se mostrado boas soluções para coberturas, tapumes (fechamento dos canteiros de obras) e também na confecção de objetos variados como lixeiras, partes de cadeiras e casas para animais (CUNHA, 2011).

O termo “longa vida”, de acordo com Cunha (2011), deve-se ao fato de o alimento poder ser preservado em seu interior por um longo período, sendo que para esta proteção, as embalagens são fabricadas com: 75% papel: cartão duplex; 20% plástico: polietileno de baixa densidade e 5% de metal: lâmina de alumínio.

Segundo Casagrande; Barros e Freire (2005) apud Araújo; Moraes e Altides (2008), existe a necessidade de se reciclar as embalagens cartonadas, visto que estas representam cerca de 1,0% do total de resíduos gerados no Brasil.

De acordo com a CEMPRES (2016), 29% foi a taxa de reciclagem de embalagens longa vida no Brasil em 2012, totalizando mais de 61 mil toneladas.

4.4.2.1 Processo de reciclagem das embalagens longa vida

O processo para reciclagem das embalagens cartonadas acontece em duas etapas. A primeira é a retirada do papel e posteriormente, o processamento do polietileno/alumínio que pode ser reciclado de várias formas diferentes.

a) Reciclagem das fibras de papel: as cooperativas de catadores coletam e vendem as embalagens para as fábricas de papel, onde as embalagens são alimentadas a um equipamento semelhante a um liquidificador gigante, o "hidrapulper". As fibras são agitadas com água e sem produtos químicos, hidratando-se e separando-se das camadas de plástico e alumínio. Após a separação, estas fibras celulósicas seguem para a máquina de papel. O produto

final é o papel reciclado que pode ser usado para confecção de caixas de papelão (CEMPRE, 2016).

b) Reciclagem do plástico e alumínio: após o reaproveitamento do papel, o polietileno e o alumínio seguem para outros processos produtivos.

1) Reciclagem via Separação Térmica: A nova tecnologia de separação térmica (processo de plasma) permite a completa separação das camadas de plástico e alumínio. Com o processo, o plástico é transformado em parafina e o alumínio, totalmente recuperado em forma de lingotes ou alumínio em pó de alta pureza. Esse alumínio é transformado em novas folhas de alumínio usadas na fabricação de embalagens longa vida e, assim, fecham o ciclo de reciclagem do material. A parafina é vendida para a indústria petroquímica nacional (CEMPRE, 2016).

2) Produção de “Pellets”: o composto de plástico com alumínio pode ser encaminhado para as indústrias de plástico, onde são reciclados por meio de um processo de extrusão para produção de “pellets”. Esses “pellets” são pequenos grãos de plástico e alumínio que podem ser utilizados como matéria-prima nos processos de fabricação de peças por injeção, rotomoldagem ou sopro. Os produtos finais são canetas, banquetas, vassouras, coletores e outros (CEMPRE, 2016).

3) Processo de fabricação de placas e telhas: o princípio do processo consiste na fusão do material sob pressão e posterior resfriamento. Os fardos do material contendo plástico e alumínio são recebidos das indústrias papeleiras, onde são secados e triturados em pequenos fragmentos usando-se moinhos de facas (CERQUEIRA, 2003).

A redução do tamanho do material facilita sua fusão e proporciona maior homogeneidade ao produto final. Uma vez triturado este material é dosado em formas, e para impedir que o material grude na prensa, é colocado sob e sobre o material das telhas, um filme plástico de alta temperatura de fusão, em seguida, é levado para a prensa aquecida a cerca de 180°C (CERQUEIRA, 2003).

Estas prensas são similares às prensas utilizadas para a fabricação de compensados de madeira. Após algum tempo nesta temperatura, o plástico se funde ao alumínio formando uma placa. Esta placa é retirada do equipamento e

resfriada. Para adquirir as formas das telhas, a placa ainda quente é inserida em uma prensa a frio com formas onduladas (CERQUEIRA, 2003).

A Figura 6 ilustra a configuração das telhas de 2,2 x 0,92m e 6mm de espessura instaladas em uma cobertura leve.

Figura 6 – Instalação de telhas recicladas de embalagens longa vida.



Fonte: ECOPLEX, 2016. A – Estrutura da cobertura mais leve comparada as estruturas de telhas cerâmicas. B – Permite o uso de pregos, parafusos e rebite.

Pinatti (1999) apud Cunha (2011), baseado na ficha técnica de 1998 da Cempre_Tetra Pak afirma que 1 tonelada de embalagens cartonadas reciclada gera 650kg de papel, o que também gera a economia no corte de 20 árvores de reflorestamento.

O Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) é versão mais leve e flexível do Polímero (PE), e apenas uma fração ínfima do consumo de petróleo, do qual, são subprodutos, entretanto, esses materiais oriundos do petróleo, de qualidade inegável, rapidamente aparecem como vilões do meio ambiente (PELTIER e SAPORTA, 2009 apud CUNHA, 2011).

O processo de reciclagem do alumínio, de acordo com a Associação Brasileira do Alumínio – ABAL (2010) apud Cunha (2011), utiliza apenas 5% de energia elétrica e libera somente 5% das emissões de gás de efeito estufa, quando comparado com a produção de alumínio primário.

Segundo Ivanildo Rezende, diretor da Eco-Lógica, uma das empresas recicladoras do Brasil (SEBRAE, 2014): “são necessárias 1,9 mil caixas longa vida para se fazer uma telha”. A principal fornecedora de matéria-prima no país é a Tetra Pak®.

O diretor, ainda menciona números quanto à coleta de matéria-prima e a vida útil das embalagens (SEBRAE, 2014): “a nossa empresa, hoje, retira dos

aterros sanitários, por volta de 1,8 milhões ao mês de embalagens e é uma telha que dura 30 anos no mínimo.”

A telha ondulada feita de material reciclado é durável e muito resistente ao tempo, quando comparada a outras telhas. Por ser aluminizada, além da durabilidade e resistência a tração e flexão, atua na reflexão da luz solar, deixando o ambiente mais fresco e agradável (ARAÚJO; MORAIS e ALTIDES, 2008).

Em relação à leveza, a telha reciclada chega a pesar cerca de 12 kg, metade do modelo convencional de fibrocimento, pois aquela é composta de 25% alumínio e 75% polietileno. Isso acaba gerando mais uma série de facilidades, principalmente em relação ao transporte. E no canteiro de obras, caso alguma telha cair durante sua colocação no telhado, não vai quebrar.

4.5 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR (SAS)

Um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia (BRASIL, 2013).

A participação dos eletrodomésticos mais importantes no consumo médio domiciliar, em nível Brasil é: 26% (geladeira e freezer); 14% lâmpadas; 24% chuveiro; 20% ar condicionado e o restante 15% contemplam o ferro de passar, som e TV (ELETROBRÁS, 2005).

O emprego de energia solar para aquecimento de água nas habitações constitui uma das alternativas mais viáveis, ambiental e economicamente para o emprego de energias renováveis nas edificações. Atualmente, o sistema solar de aquecimento de água (SAS) pode ser incluído em qualquer tipo de construção habitacional (CEF, 2010).

A instalação aumenta a eficiência energética, contribuindo para a economia das famílias. Como exemplo, suponha-se uma família de 5 pessoas, considerando 4 a 5 banhos por dia com cerca de 8 minutos, o consumo de energia anual sem o SAS seria de 3.240 kWh. Enquanto, o consumo anual desta mesma família, com o equipamento instalado, cairia para 2.400 kWh, ou seja, este valor corresponde aproximadamente 30% de redução na conta de luz (BRASIL, 2015b).

A instalação é obrigatória nas unidades unifamiliares contratadas a partir de junho de 2012 e os custos estão incluídos nos valores máximos de aquisição dos imóveis, a partir da publicação da PORTARIA nº 325 de 2011, não acarretando gastos adicionais para as famílias beneficiárias (BRASIL, 2015b).

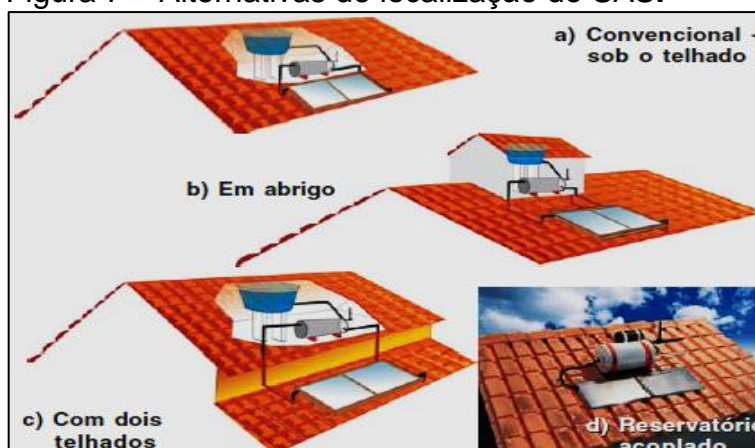
O projeto do sistema de aquecimento solar de água deve iniciar-se com o cálculo da estimativa de demanda e/ou consumo diário de água quente da habitação, seja unidade unifamiliar, seja multifamiliar (L/dia), prevendo-se a quantidade de coletores solares necessária, o volume do reservatório de armazenamento e tipo de sistema de aquecimento auxiliar, ou por meio de energia elétrica (chuveiro elétrico ou resistência elétrica) ou a gás (CEF, 2010).

Pode-se recomendar para uma habitação popular padrão, um reservatório com volume mínimo de 200 litros quando possui um dormitório e dois dormitórios, e 250 litros para habitações de três dormitórios. Devem ser utilizados reservatórios de modelos aprovados pelo Inmetro e com selo Procel (CEF, 2010).

A água pode ser movida através do sistema de duas maneiras: circulação gravitacional (termossifonamento) e circulação forçada (bombeamento).

Para uma unidade habitacional, a Figura 7 demonstra variadas formas de posicionamento do reservatório, no qual, este poderá ser acoplado ao coletor, integrado ou separado. A disposição do reservatório de forma convencional, ou seja, sob o telhado, é a mais eficiente do ponto de vista energético, pois o reservatório fica abrigado, evitando exposição às intempéries e as perdas de calor em baixas temperaturas, além de impedir a deterioração rápida dos materiais (CEF, 2010).

Figura 7 – Alternativas de localização do SAS.



Fonte: CEF (2010).

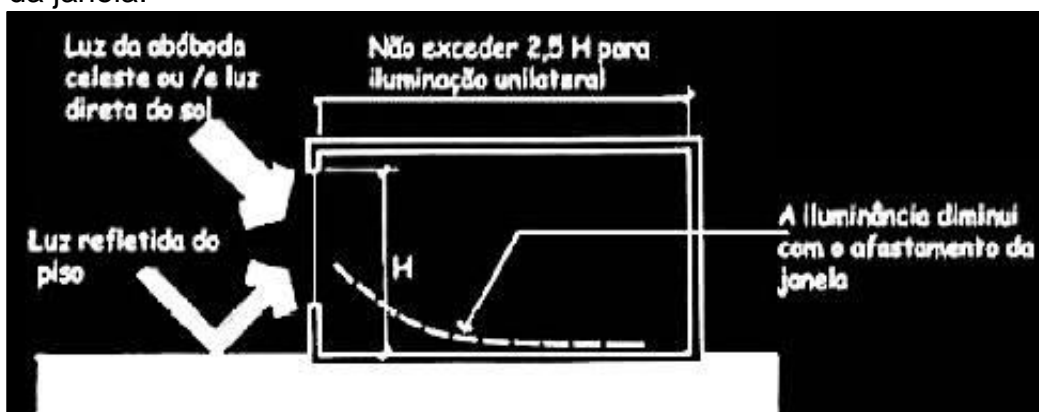
4.6 ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO NATURAL

Tendo em vista que este critério requer menores investimentos, o uso da iluminação natural deve ser sempre priorizado, pois contribui para a redução do consumo de energia elétrica e para a melhoria do conforto visual dos ocupantes (BRASIL, 2013).

Segundo os autores Baker, et al. (1993) apud Garrocho (2005), os sistemas de passagem de luz natural podem ser classificados em dois grupos: lateral e zenital.

A iluminação lateral é mais comumente utilizada e é caracterizada por aberturas nas laterais da edificação (Figura 8). Também tem como característica importante a desuniformidade de distribuição no espaço interno, sendo que quanto mais afastado da abertura menor o nível de iluminância (SCARAZZATO, 2004 apud GARROCHO, 2005).

Figura 8 – Iluminação lateral com relação profundidade x altura do vão da janela.



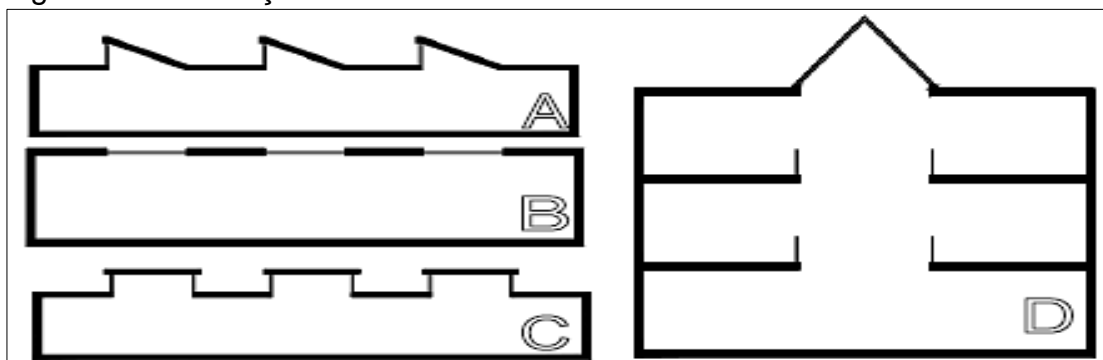
Fonte: SCARAZZATO, 2004 apud GARROCHO, 2005.

Segundo Garrocho (2005, p. 38) as estratégias mais eficientes para manejar o excesso de iluminância: “proveniente da abóboda celeste e do sol, bem como o calor por estes emitidos é o uso de elementos de controle (como prateleiras, persianas, vidros prismáticos) aplicados sozinhos ou em conjunto.”

A adequação arquitetônica que permite a iluminação natural prevê a adoção de sistemas de aberturas verticais e iluminação zenital. A iluminação zenital (Figura 9) é caracterizada pela entrada de luz natural através de aberturas

superiores dos espaços internos e tem como objetivo otimizar a quantidade e a distribuição de luz natural em um espaço (BRASIL, 2013).

Figura 9 – Iluminação natural com aberturas zenitais.



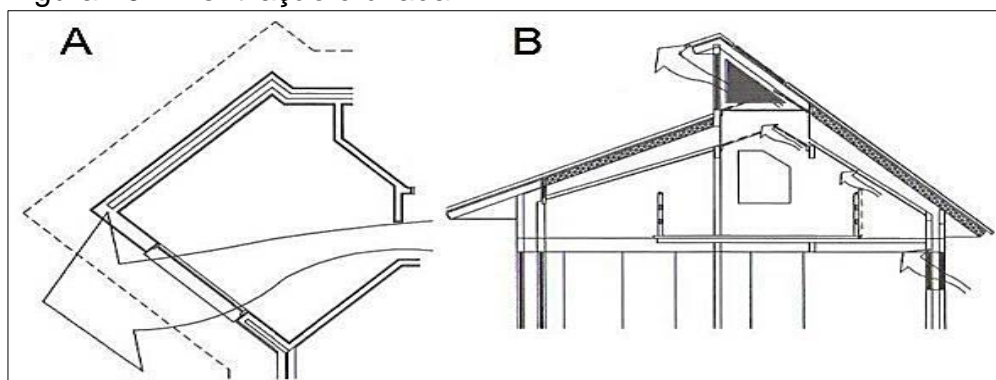
Fonte: GARROCHO, 2005. A - Exemplo de aberturas Sheds. B - Exemplo de aberturas Clarabóias. C - Exemplo de aberturas Lanternins. D - Exemplo de abertura tipo Átrio com teto de dupla inclinação.

A ventilação natural consiste basicamente no movimento do ar dentro de um prédio e entre uma edificação e o exterior, sendo que um dos problemas que mais afetam a sensação de bem-estar é justamente o arejamento interno das habitações. Projetar uma casa em que se prioriza a ventilação nat As edificações no Brasil consomem mais energia (44%) do que qualquer outro setor do consumo total de energia elétrica do País, considerando-se os setores residencial (22%), comercial (14.5%) e público (8%) (CEF, 2010).

ural minimiza a necessidade de utilização de aparelhos de refrigeração, como arcondicionados e ventiladores, proporcionando otimização da eficiência energética e do conforto térmico aos usuários (SÃO PAULO, 2012).

Antes de projetar a nova residência, as particularidades do clima e da região devem ser verificadas, a fim de identificar as possíveis estratégias para maximizar a ventilação natural da casa. Em climas quentes e úmidos, a ventilação cruzada (Figura 10) é a estratégia mais simples a ser adotada. Muitas janelas permitem excelente ventilação cruzada (SÃO PAULO, 2012).

Figura 10 – Ventilação cruzada.



Fonte: UFRGS, 2016. Esquema simplificado da ventilação cruzada, que pode funcionar (A) na horizontal, através do aproveitamento de brisas externas, ou (B) na vertical, utilizando diferenciais de pressão produzidos na fachada seletiva.

Usando diferenças de pressão causadas pelas variações de pressão dentro de casa, gera-se alternativa para a movimentação do ar interno. O ar quente é menos denso do que o ar frio, assim, as variações de pressão fazem com que as massas de ar quente subam, também fazendo com as massas de ar frio desçam. Isso é chamado de “efeito chaminé” e pode ser usado para ventilar um espaço (ROAF; FUENTES e THOMAS, 2006).

4.7 CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA

A captação da água de chuva, hoje, é uma realidade para muitos moradores de cidades que vêm enfrentando uma crise hídrica que afeta o abastecimento de diversos domicílios. Além do aumento da demanda de água, menores são os espaços para o escoamento da água da chuva e maior carga poluente emitida nos corpos hídricos.

Dentre as estratégias utilizadas atualmente para reduzir o consumo de água pela população pode-se citar a medição individualizada de água, a racionalização do uso, a utilização de dispositivos economizadores de água, como as bacias sanitárias com volume de descarga reduzido e os registros de fechamento automático de torneiras, chuveiros e mictórios e a utilização de fontes alternativas de água (ANNECCHINI, 2005, p. 25).

A NBR 15.527/2007 apresenta os requisitos para o aproveitamento de água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

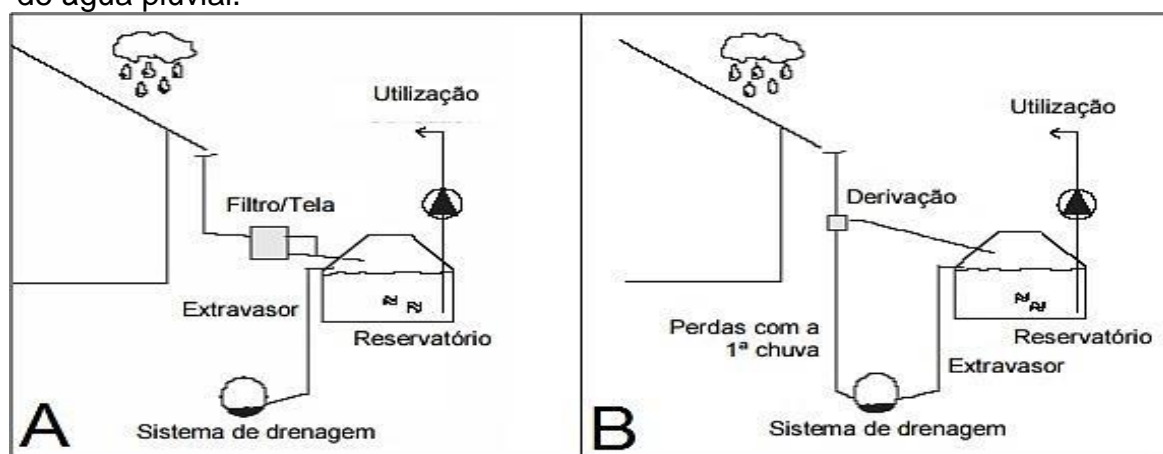
De acordo com a Organização das Nações Unidas, cada pessoa necessita de 3,3 mil litros de água por mês (cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e higiene) (SABESP, 2016).

Porém, o consumo doméstico brasileiro é da ordem de 200 litros diários por pessoa: 27% consumo (cozinhar, beber água), 25% higiene (banho, escovar os dentes), 12% lavagem de roupa; 3% outros (lavagem de carro) e 33% descarga de vasos sanitários. Vale ressaltar ainda que: 1 (uma) rega de plantas por 10 minutos consome 186 litros, 1 lavagem de calçada com a mangueira por 15 minutos gasta 279 litros de água (SABESP, 2016).

Para o aproveitamento da água da chuva, a Figura 11, demonstra dois sistemas de drenagem, no qual, o primeiro (Figura 11.A) é composto por superfície de captação, que pode ser tanto o telhado quando o solo, sendo mais comumente utilizado o telhado; calhas e condutores; tela ou filtro, para barrar materiais grosseiros e por fim, o reservatório pode ser denominado como sendo Sistema de Fluxo Total, onde toda a água coletada passa pelo filtro e em seguida é guiada para o reservatório. O excesso de água é direcionado para o sistema de drenagem pluvial (HERRMANN E SCHMIDA, 1999 apud ANNECCHINI, 2005).

O segundo esquema, destaca o Sistema com Derivação (Figura 11.B), também, conhecido como “auto-limpante”, pois nele é instalada uma derivação que descarta o primeiro volume de chuva, aquele que “lava” o telhado e que contém mais resíduos grosseiros, para a rede de drenagem pluvial (HERRMANN E SCHMIDA, 1999 apud ANNECCHINI, 2005).

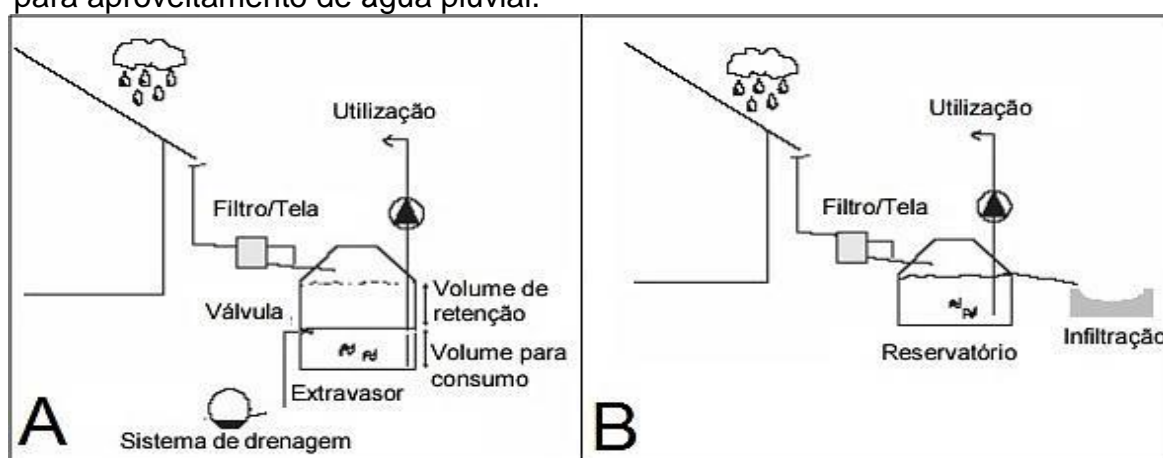
Figura 11 – Sistema de drenagem e sistema com derivação para aproveitamento de água pluvial.



Fonte: HERRMANN E SCHMIDA, 1999 apud ANNECCHINI, 2005. A – Sistema de Fluxo Total. B – Sistema com Derivação.

Na Figura 12.A, apresenta o Sistema com Volume Adicional de Retenção o reservatório, que além de conter o volume necessário para suprir a demanda, possui volume adicional para evitar inundações. Enquanto, o Sistema com Infiltração no Solo (Figura 12.B), assim como no Sistema de Fluxo Total, toda a água é direcionada para o reservatório, porém o excedente é direcionada para um sistema de infiltração no solo (HERRMANN E SCHMIDA, 1999 apud ANNECCHINI, 2005).

Figura 12 – Sistema com volume adicional de retenção e sistema de fluxo total para aproveitamento de água pluvial.



Fonte: HERRMANN E SCHMIDA, 1999 apud ANNECCHINI, 2005. A - Sistema com Volume Adicional de Retenção. B - Sistema com Infiltração no Solo.

5 SELO CASA ZUL DA CAIXA

A Caixa Econômica Federal lançou, em 2009, a certificação Selo Casa Azul, como um novo instrumento de classificação dentro de critérios socioambientais dos projetos de empreendimentos habitacionais financiados pela mesma (CEF, 2010).

A principal missão da certificação, segundo a CEF (2010), é buscar reconhecer os empreendimentos que adotam soluções mais eficientes aplicadas à construção, ao uso, à ocupação e à manutenção das edificações, objetivando incentivar o uso racional de recursos naturais e a melhoria da qualidade da habitação e de seu entorno, bem como priorizar as práticas sociais.

“O Selo se aplica a todos os tipos de projetos de empreendimentos habitacionais propostos à CEF para financiamento ou nos programas de repasse. Podem se candidatar ao Selo as empresas construtoras, o Poder Público, empresas públicas de habitação, cooperativas, associações e entidades representantes de movimentos sociais. A adesão ao Selo é voluntária e o proponente deve manifestar o interesse em obtê-lo para que o projeto seja analisado sob a ótica deste instrumento.” (CEF, 2010, p. 21).

Além disso, não haverá despesas ao interessado para a concessão do Selo, apenas será cobrada uma taxa limitada para análise de projeto candidato ao Selo Casa Azul, também não haverá taxas de vistorias extras (CEF, 2010).

5.1 PRÉ-REQUISITOS GERAIS DE PROJETO

A CEF exige um conjunto de documentos e requisitos fundamentais para seus financiamentos e programas para geração de empreendimentos sustentáveis. Também, estes devem estar de acordo com as regras dos programas operacionalizados pela CEF de acordo com a linha de financiamento ou produto de repasse (CEF, 2010).

Além disso, todos os projetos candidatos ao Selo devem atender às regras da Ação Madeira Legal e apresentar, até o final da obra, o Documento de Origem Florestal (DOF) e a declaração informando o volume, as espécies e a destinação final das madeiras utilizadas nas obras (CEF, 2010).

Em relação às exigências à acessibilidade, de acordo com o Manual Selo Casa Azul, o projeto deve prever o atendimento à ABNT NBR 9050/2004 (Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos), além de atender ao percentual mínimo de unidades habitacionais adaptadas, conforme legislação municipal ou estadual. No caso de ausência de legislação específica, os empreendimentos devem contemplar o percentual mínimo de 3% de unidades habitacionais adaptadas (CEF, 2010).

5.2 CATEGORIAS E CRITÉRIOS

Para a concessão do Selo, a metodologia adotada pela CEF organiza 53 ações importantes para promover a sustentabilidade ambiental de um empreendimento habitacional brasileiro típico, distribuídos em 6 categorias que orientam a classificação de projeto, conforme Quadro 2.

No Anexo C, apresenta-se o quadro de categorias e critérios do Selo demonstrando o total de critérios necessários para atingir a três níveis de classificação.

Quadro 2 – Critérios de análise organizados em categorias do Selo.

Categoria	Nº total de critérios	Critérios obrigatórios	Critérios livres
Qualidade urbana	5	2	3
Projeto e conforto	11	5	6
Eficiência energética	8	3	5
Conservação de recursos materiais	10	3	7
Gestão da água	8	3	5
Práticas sociais	11	3	8
Total	53	19	34

Fonte: CEF, 2010 adaptada pela AUTORA, 2016.

Para receber o nível de gradação do Selo Casa Azul, o empreendimento deve atender a 19 critérios obrigatórios e, de acordo com o número de critérios de livre escolha atendidos (Quadro 3), o projeto ganha o Selo nível Bronze, Prata ou Ouro, conforme apresentado na Figura 13.

Quadro 3 – Níveis de graduação do Selo.

Graduação	Atendimento mínimo	Total de critérios
BRONZE	19 critérios obrigatórios	19
PRATA	19 critérios obrigatórios e mais 6 de livre escolha	25
OURO	19 critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha	31

Fonte: CEF, 2010 adaptado pela AUTORA, 2016.

Figura 13 – Logomarcas do Selo Casa Azul.



Fonte: CEF, 2010.

O nível “bronze” do Selo será concedido somente aos empreendimentos cujo valor de avaliação da unidade habitacional não ultrapassar os limites do Quadro 4. Os projetos de empreendimentos com valores de avaliação superiores aos limites do Quadro 04 deverão se enquadrar, no mínimo, no nível “prata” (CEF, 2010).

Quadro 4 – Limites de avaliação e localidades para o Selo Casa Azul nível bronze.

Localidades	Valor de Avaliação da unidade habitacional
Distrito Federal Cidades de São Paulo e Rio de Janeiro Municípios com população igual ou superior a 1 milhão de habitantes integrantes das regiões metropolitanas dos Estados citados	Até R\$ 130.000,00
Municípios com população igual ou superior a 250 mil habitantes Região integrada do Distrito Federal e Entorno – RIDE/DF nas demais regiões metropolitanas e nos municípios em situação de conturbação com as capitais estaduais (exceto Rio de Janeiro e São Paulo)	Até R\$ 100.000,00
Demais municípios	Até R\$ 80.000,00

Fonte: CEF, 2010.

Durante a obra, o interessado deverá executar todos os itens previamente mencionados no projeto, de acordo com as especificações apresentadas e aprovadas pela CEF, implantar as práticas sociais previstas em projeto e divulgar aos usuários os itens incorporados ao mesmo, para orientar os moradores sobre manutenção, reposição e uso dos dispositivos/equipamentos (CAIXA, 2010).

Somente após verificação da documentação exigida e comprovação do atendimento aos critérios obrigatórios, a CEF poderá definir o nível de gradação do Selo a ser concedido ao projeto (CAIXA, 2010).

A verificação do atendimento aos critérios propostos no projeto ocorrerá também no curso do acompanhamento da obra, durante as medições mensais ou em vistorias específicas (CAIXA, 2010).

A CEF divulga os empreendimentos com Selo em eventos, sites, publicações, imprensa, possibilitando mídia espontânea para as construtoras e projetos (MOTTA, 2010).

O Selo, também promove ações que beneficiam a produção formal com a geração de empregos, arrecadação tributos e obrigações trabalhistas, além de promover a regularização fundiária e a ocupação ordenada nas cidades brasileiras. Os empreendimentos financiados são dotados de infraestrutura básica, vias de acesso a serviços urbanos de transportes públicos e coleta de lixo (CAIXA, 2010).

A habitação também deve ser duradoura e adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários, criando um ambiente interior saudável e proporcionando saúde e bem-estar aos moradores, além de reduzir o custo de manutenção dos edifícios e as despesas mensais de seus usuários (CEF, 2010).

O desenvolvimento sustentável requer as seguintes ações: (a) uma desmaterialização da economia e da construção – construir mais usando menos materiais; (b) a substituição das matérias-primas naturais pelos resíduos, reduzindo a pressão sobre a natureza e o volume de material nos aterros (CEF, 2010).

Mas, é claro, estas tarefas só colaborarão se forem executadas sem aumentar outros impactos ambientais, o que nem sempre ocorre.

6 METODOLOGIA

O presente trabalho, de acordo com o modelo de classificação de Gil (2002); Silva e Menezes (2005), utilizou a técnica de pesquisa aplicada, exploratória, com abordagem mais qualitativa do que quantitativa, no qual, buscou-se avaliar as técnicas construtivas que foram empregadas no estudo de caso de um conjunto habitacional de interesse social concluído no ano de 2013 em Forquilha, SC.

A elaboração do trabalho foi iniciada pelo levantamento bibliográfico, através de estudos relacionados ao tema principal, a construção sustentável, tendo como objetivo a substituição de materiais de construções convencionais pelos materiais alternativos de caráter sustentáveis destinados às novas unidades habitacionais.

Para o embasamento teórico tornou-se necessário o estudo sobre assuntos relacionados aos impactos ambientais da construção civil, habitações sociais, sustentabilidade nas edificações e aplicabilidade do Selo Casa Azul da CEF.

A revisão da literatura foi realizada em materiais disponíveis no acervo da biblioteca central da UNESC Dr. Eurico Back e em publicações técnicas tais como artigos, livros, jornais, revistas técnicas, dissertações e teses relacionados com temas que abordam a problemática de investigação no que se referem aos impactos ambientais dos materiais de construção e a estimativa de vida útil dos mesmos.

Para a realização da pesquisa exploratória, foram efetuadas visitas na Caixa Econômica Federal de Criciúma, SC para a busca de informações e subsídios para um levantamento das tipologias de construções de habitações sociais comumente empregadas na região. Deste modo, selecionou-se como estudo de caso, o Condomínio Jardim dos Ipês no bairro Cidade Alta em Forquilha, SC caracterizado como casas geminadas.

O conjunto habitacional foi financiado pelo Programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal e o projeto arquitetônico foi elaborado entre 2009 e 2010 pelos acadêmicos bolsistas do Projeto de Extensão Habitat Saudável e Sustentável

do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNESCO e em conjunto com outros cursos também da instituição.

Solicitou-se, ao Curso de Arquitetura e Urbanismo, o acesso aos documentos arquitetônicos do projeto habitacional e, em seguida, contatou-se a empresa construtora da obra para obter o memorial descritivo e a planilha orçamentária. Esta, pertencente ao ano de 2011, foi atualizada de acordo com o Índice Nacional de Preços ao Consumidor – INPC.

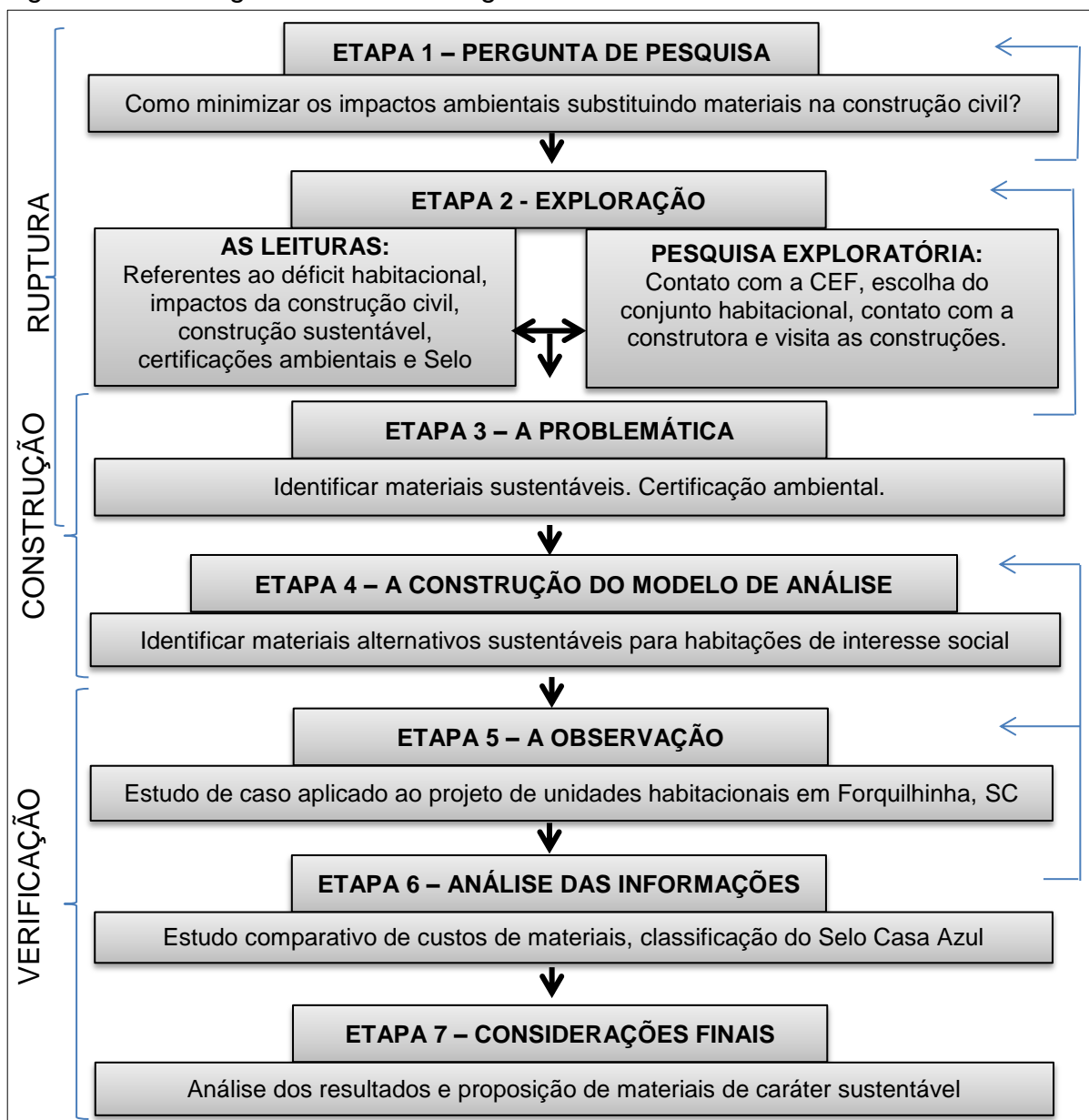
Também, efetuaram-se pesquisas junto aos fornecedores de materiais de construção para selecionar opções de materiais alternativos de caráter sustentável e para levantar custos.

Os materiais sustentáveis, além de outros requisitos, foram submetidos à classificação do Selo Casa Azul da CEF, no qual, apresenta o desempenho ambiental de forma qualitativa do conjunto habitacional.

Por fim, foi proposto um modelo de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição (PGRCD) de acordo com a Resolução do CONAMA nº. 307/2002 e nº 448/2012 como forma de orientação para as construtoras e os empregados envolvidos em atividades nos canteiros de obras.

Contudo, apresenta-se na Figura 14, o fluxograma das etapas de elaboração do trabalho.

Figura 14 – Fluxograma da metodologia do trabalho.



Fonte: QUIVY e CAMPENHOUDT, 2005 adaptado pela AUTORA, 2016.

7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

7.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O município de Forquilha foi fundado em 26 de Abril de 1989 pela Lei 7.587/89 e está localizado na planície Sul do Estado de Santa Catarina, pertencendo a Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC) (PMF, 2016).

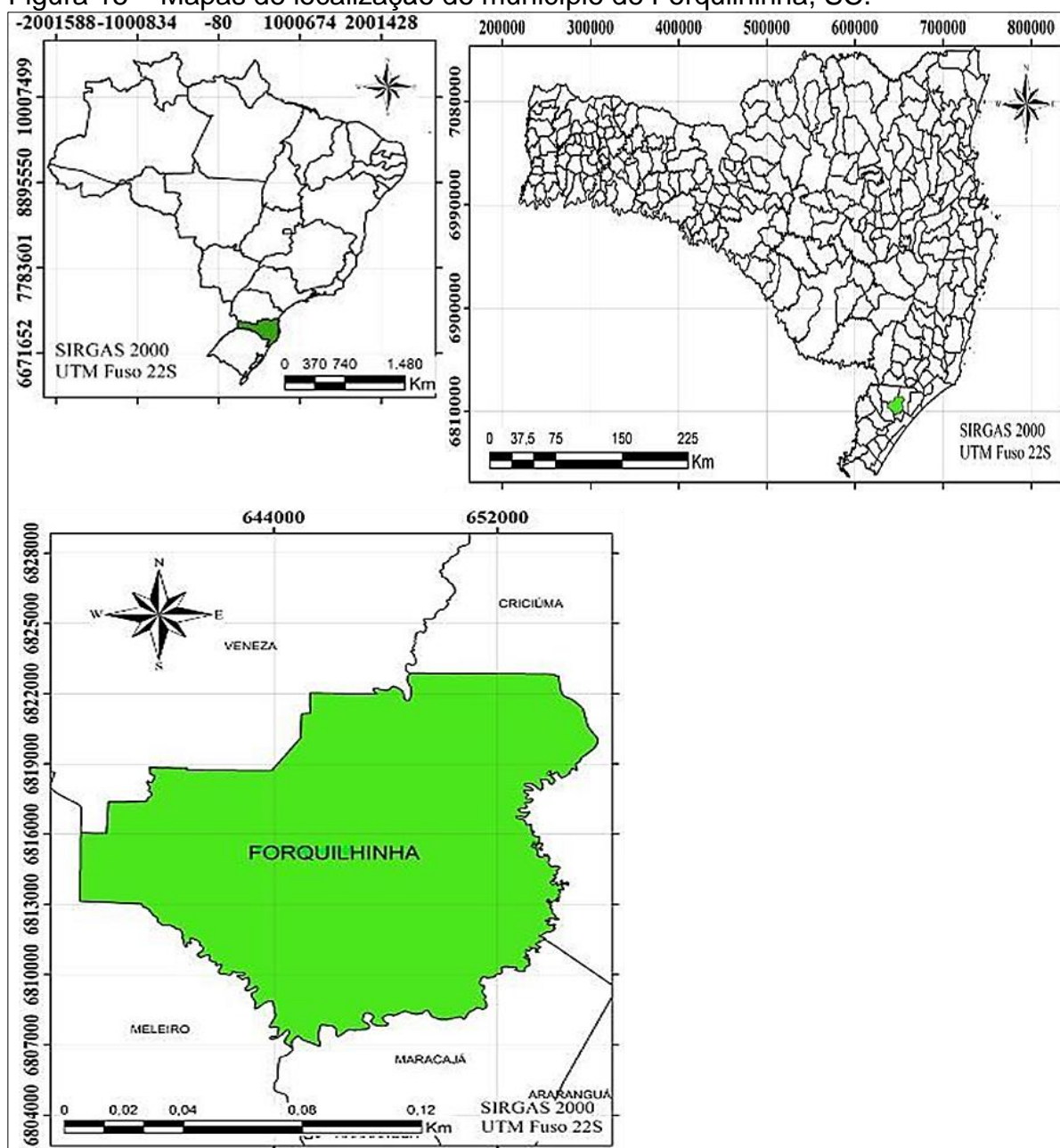
A cidade foi colonizada por imigrantes alemães e localiza-se na microrregião de Criciúma, a 212 km de Florianópolis. Seu clima é mesotérmico úmido, com verão quente e temperatura média de 19,2°C e está a 42m acima do nível do mar. O município com área total de 181,915 km² limita-se ao norte com Nova Veneza, ao leste com Criciúma, ao sul Maracajá e ao oeste com Meleiro (Figura 15) (CIASC, 2016).

Sua economia é composta por agroindústrias de grande porte, empresas de extração e tratamento de minerais, indústrias de produtos alimentícios, metalúrgicas, indústrias químicas, indústria de vestuário, além de uma diversidade de pequenas e médias empresas que contribuem para a economia local (PMF, 2016).

O município possui uma das maiores áreas plantadas de arroz do Estado, aproximadamente dez mil hectares. Além do arroz, algumas famílias plantam verduras, feijão, milho, fumo ou produzem alimentos como pães, biscoitos e embutidos (PMF, 2016).

O Censo populacional do IBGE de 2010 contabilizou 22.548 habitantes, sendo 18.426 (81,7%) residentes na área urbana e 4.122 (18,3%), na área rural. No Censo anterior, de 2000, a população era de 18.348 habitantes e a sua estimativa de população para 2015 era de 25.129 habitantes (IBGE, 2010b).

Figura 15 – Mapas de localização do município de Forquilha, SC.



Fonte: IBGE, 2010c.

Foi elaborado no ano de 2008, um Censo municipal para constituir o Plano de Habitação do Município de Forquilha, SC, em conformidade com a metodologia desenvolvida pela Fundação João Pinheiro (FJP), para quantificação do déficit habitacional do município. A análise foi realizada em 6.356 domicílios, onde foram identificadas 1.732 famílias com necessidade de habitação do município, ou seja, produção ou reposição do domicílio. Destas famílias, 1.595 estavam inseridas na área urbana, o que representava 29,2% dos domicílios urbanos (PETERSON, 2010).

Peterson (2010), ainda menciona que o Censo também registrou uma média de 16,73% dos domicílios com inadequação (déficit qualitativo), onde o maior agravante era o adensamento excessivo por habitação. E segundo as informações repassadas pela secretária de Habitação de Forquilha, SC, o déficit quantitativo do município era de 1.223 unidades para novas construções (aluguel excessivo/cedidos/coabitação) e 509 para reposição, totalizando 1.732 habitações.

7.2 CONJUNTO HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL JARDIM DOS IPÊS

No ano de 2008, em razão de muitas famílias residiam em áreas de risco, intervenções e soluções foram negociadas pelo Ministério Público junto com o Poder Público Local. A Prefeitura Municipal de Forquilha garantiu, junto ao Ministério das Cidades, por meio do Programa de Reassentamentos Precários, recursos do Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS destinados à construção de unidades habitacionais para as famílias carentes de infraestrutura de saneamento básico e moradia adequada (PETERSON, 2010).

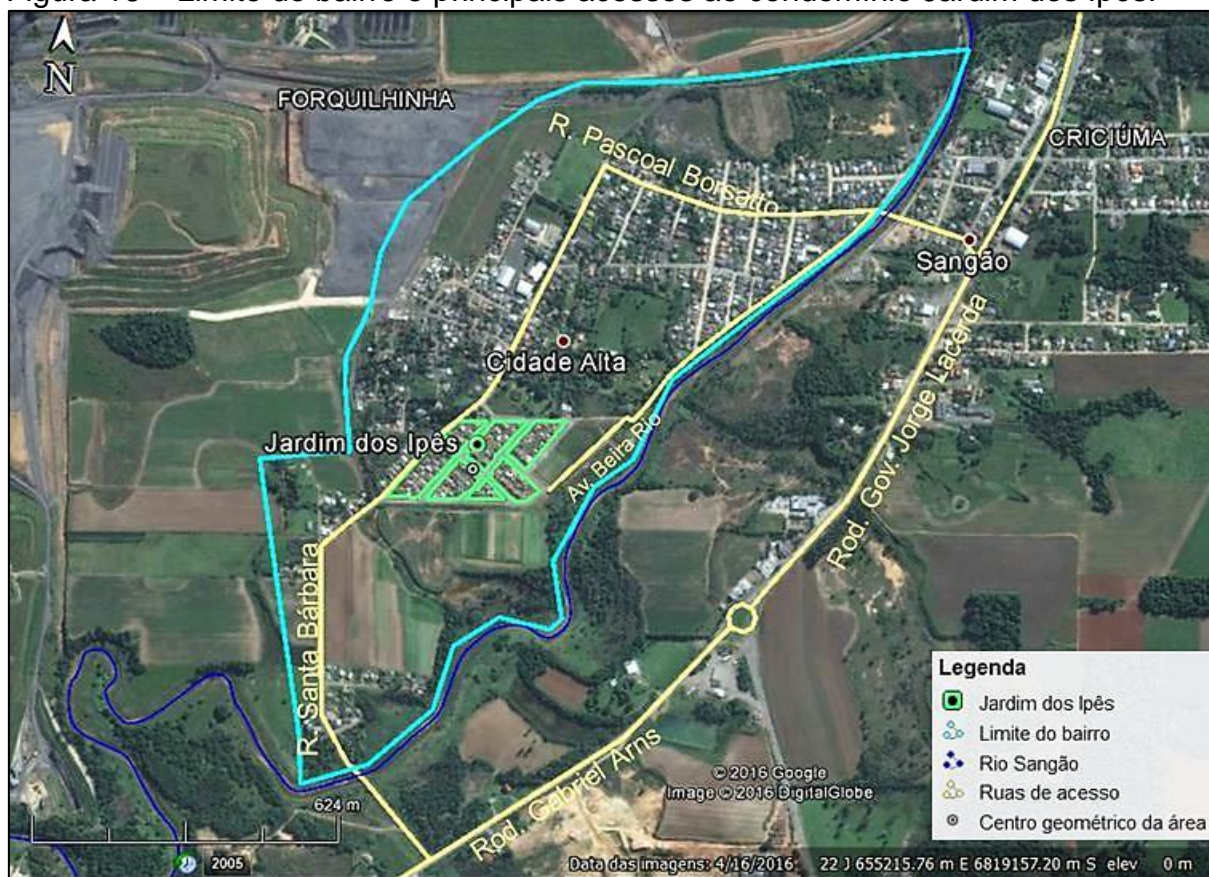
Uma parcela deste subsídio concretizou a construção de unidades habitacionais para famílias com renda de até 3 salários mínimos, através do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), associado ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2), que foram implantadas no bairro Cidade Alta (PETERSON, 2010).

Entre 2009 e 2010, por meio de convênio entre PMF e a Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), participaram do projeto professores e acadêmicos bolsistas do Projeto de Extensão do Curso de Arquitetura e Urbanismo, em conjunto com a Engenharia Ambiental, Engenharia de Agrimensura e de Engenharia Civil. Estes estiveram envolvidos nos levantamentos, nas reuniões com técnicos da PMF e da Caixa Econômica Federal, e com representantes comunitários do bairro Cidade Alta e dos futuros reassentados (UNESC, 2010).

Sobre uma área de 6,0 hectares, no qual, foi adquirida pela PMF em 2009, executou-se o projeto de urbanização de interesse social de 112 lotes e os projetos arquitetônicos dos embriões de 112 unidades. O PMCMV atendeu moradores de baixa renda remanejados de áreas de risco de rejeitos de carvão ou irregulares às margens do rio Sangão, localizados no próprio bairro Cidade Alta.

O conjunto habitacional (Figura 17) foi inaugurado em junho de 2013 e localiza-se aproximadamente a 6,0 km do centro Forquilha, SC no sentido oeste (UNESC, 2010).

Figura 16 – Limite do bairro e principais acessos ao condomínio Jardim dos Ipês.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2016.

Figura 17 – Loteamento do condomínio Jardim dos Ipês no bairro Cidade Alta.



Fonte: UNESC, 2010.

Do número total de famílias beneficiadas, 100 delas eram carentes de saneamento básico e qualidade de moradia, sendo que 84 famílias ocupavam a área de rejeito da mineração de carvão de propriedade da empresa mineradora Nova Próspera Mineração S.A. e Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) com área de 35 hectares. Outras 16 famílias estavam assentadas sobre área de risco, às margens do rio Sangão, na faixa de 50 metros (Figura 18 e 19) (UNESC, 2010).

Figura 18 – Situação das antigas residências às margens do rio Sangão.



Fonte: UNESC, 2010. A - À margem do rio Sangão. B - Antiga configuração das residências.

Figura 19 – Antigas residências localizadas em áreas de rejeito piritoso.



Fonte: UNESC, 2010. A – Famílias estabelecidas em áreas de extração de minério. B – Organização das residências em local irregular.

O estudo da área para o projeto, realizado pela UNESCO (2010), tinha como objetivos, inserir as habitações no processo de urbanização do território, no qual, as mesmas contemplariam, acesso ao transporte público; infraestrutura; serviços; espaços públicos; equipamentos para educação, saúde, cultura, lazer, esporte, culto, administração.

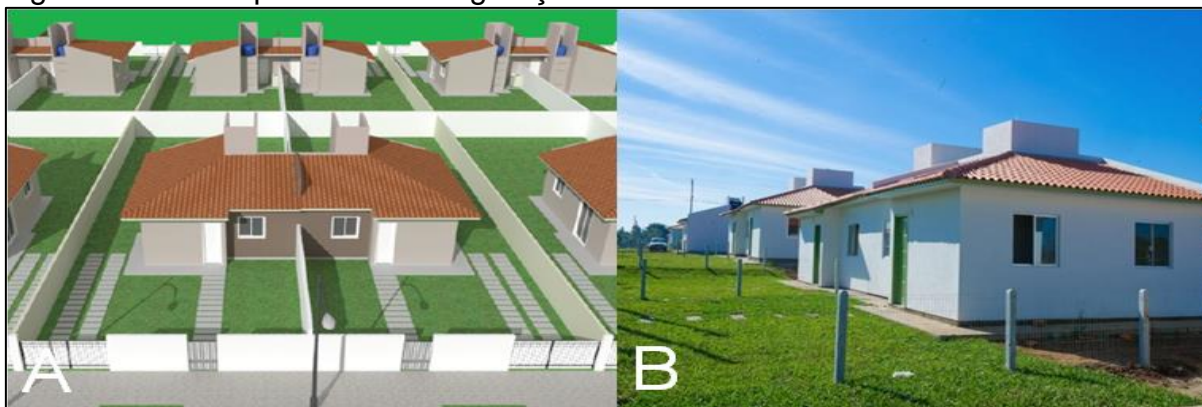
O projeto do loteamento planejou a inserção de infraestrutura de pavimentação, meio-fio e passeio, rede de energia elétrica e de iluminação pública, drenagem pluvial, rede de distribuição de água, sistema de tratamento de esgoto individual, com sistema de fossa séptica e filtro anaeróbio (UNESCO, 2010).

De acordo com o Plano Diretor, o loteamento está localizado em Área de Consolidação Urbana (ACU) que se desdobra em Zona de Especial de Interesse Social (ZEIS) e Zona Residencial 1 (ZR1), estabelecida pela Lei Complementar nº. 15, de 11 de agosto de 2011 (PMF, 2011).

7.2.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO

O estudo de caso caracteriza-se da seguinte maneira: do total de 112 unidades, 104 são do tipo geminadas com duas unidades cada e 08 são unidades isoladas, de acordo com a Figura 20. A unidade básica ou embrião tem 39,05 m², sendo composta: dormitório, cozinha, banheiro, área de serviço e dormitório/sala de estar. Não constitui garagem para automóvel. A planta baixa da unidade básica está no Anexo D.

Figura 20 – Vista parcial da configuração das unidades.



Fonte: UNESCO, 2010; ENGEPLUS, 2013. A – Projeto inicial. B – Conclusão das unidades.

O sistema construtivo é tradicional, com estrutura de concreto armado, paredes de alvenaria de tijolos furados, laje pré-moldada de concreto sobre o quarto e o banheiro, estrutura de cobertura de tesouras de madeira de eucalipto tratado, cobertura de telha cerâmica e forro de PVC nos demais ambientes.

As fundações são do tipo fundação direta, sapatas de concreto armado, armadura com aço e vigas baldrames. O sistema estrutural é composto por vigas, lajes do tipo pré-fabricada com vigotas de concreto, lajota cerâmica e capa de concreto armado e pilares em concreto armado. O escoramento para supraestrutura de concreto armado foi realizado com madeira.

As paredes são em alvenaria de tijolos cerâmicos de 6 furos de 12 cm de espessura, tanto nas vedações internas quanto nas externas. A argamassa de assentamento dos tijolos foi produzida no local com cimento, cal hidratada e areia de boa qualidade.

Foi instalado, em cada residência, um painel de madeira de pinus para divisão dos cômodos dormitório/sala de estar, possibilitando a flexibilidade do ambiente, tanto para a constituição de dois dormitórios (com painel) ou como para a ampliação da cozinha para a sala (sem painel).

As superfícies das paredes de alvenaria e lajes de cobertura foram rebocadas com massa única. Salvo as paredes com aplicação de azulejos.

Após o chapisco (argamassa de cimento e areia grossa) e depois de embutidas todas as tubulações previstas, executou-se o reboco massa única com argamassa de cimento e mistura de areia média e fina.

Os traços utilizados na obra foram: chapisco em argamassa pastosa de areia grossa e cimento no traço 1:3; reboco massa única, argamassa traço 1:2:7 (cimento, cal e areia média/fina) aplicado nas superfícies de alvenaria após o chapisco de cimento e areia.

Os azulejos, de primeira qualidade, foram assentados com argamassa industrializada em altura aproximada de 1,50 m em todas as paredes do banheiro, na parede da pia da cozinha e na parede do tanque da área de serviço.

Todos os pisos foram precedidos da execução de contrapiso de concreto magro, no traço 1:3:6, com espessura de 5 cm. Os pisos cerâmicos, de primeira qualidade, foram assentados com argamassa colante em toda habitação.

As calçadas foram executadas no perímetro das unidades habitacionais, calçada de concreto desempenado com largura de 80 cm e espessura de 5 cm, conforme apresenta projeto arquitetônico.

Em relação às esquadrias, as portas são de madeira semi-oca de pinus, marco e vista de eucalipto, e as portas externas são maciça de eucalipto com batente e vista também de eucalipto, ambas de primeira qualidade, com dobradiças e parafusos de aço inox. As janelas são em alumínio com duas folhas móveis com vidro e dimensões de 1,40 x 1,10 m. No banheiro foi instalado uma janela 0,6 x 0,6 m de alumínio com vidro mini boreal.

A cobertura das unidades é composta por laje, estrutura de madeira e telhamento. A laje de cobertura é pré-moldada de concreto sobre o quarto e o banheiro e forro de PVC nos demais ambientes com acabamento também do mesmo material. A estrutura foi executada com madeira de eucalipto roliço com diâmetro compatível com vão.

As telhas são de cerâmica do tipo portuguesa de primeira qualidade. As cumeeiras são cerâmicas compatíveis com o tipo de telha. No encontro das telhas com a parede foram colocados algeirosas metálicas. No beiral instalou-se forro de PVC e testeira de eucalipto.

7.3 CRITÉRIOS SELECIONADOS DO SELO CASA AZUL

Diante das informações obtidas através do estudo de caso do conjunto habitacional e das condições necessárias para se obter o Selo Casa Azul, foi estudado a seleção dos critérios e as medidas para o cumprimento dos mesmos com o intuito de implantar os materiais alternativos sustentáveis.

7.3.1 Categoria: qualidade urbana

7.3.1.1 Critério obrigatório: qualidade do entorno – Infraestrutura

Este critério tem como objetivo proporcionar aos moradores qualidade de vida, que o empreendimento esteja inserido em malha urbana dotado de infraestrutura mínima no entorno do empreendimento (CEF, 2010).

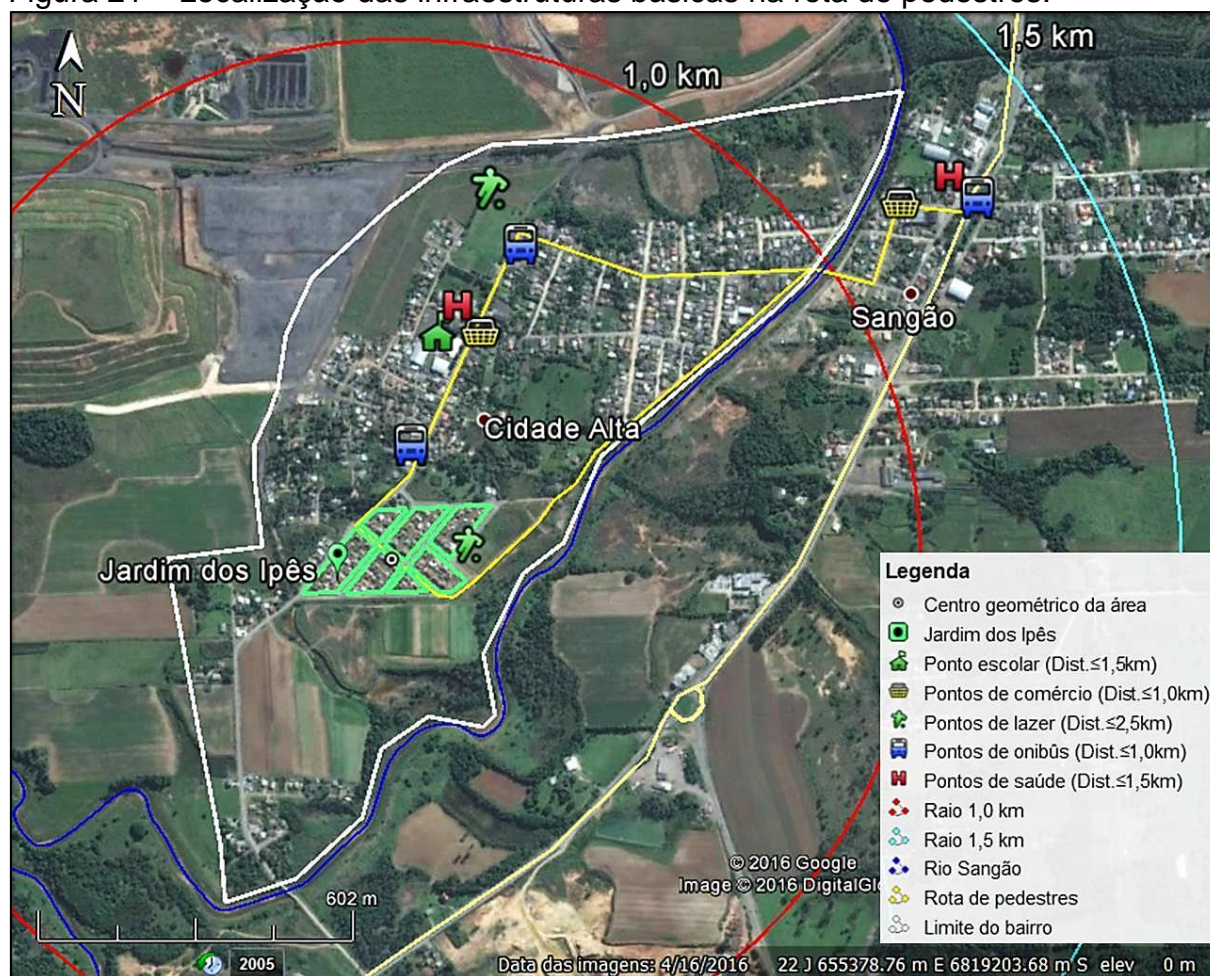
Segundo os indicadores da CEF (2010), é necessária a existência de infraestrutura básica (adotado até o final da obra), no mínimo:

- Rede de abastecimento de água potável; pavimentação; energia elétrica; iluminação pública; esgotamento sanitário com tratamento no próprio empreendimento ou em ETE da região; drenagem;
- Uma linha de transporte público regular, com pelo menos uma parada acessível por rota de pedestres de, no máximo, um 1,0 km de extensão;
- Dois pontos de comércio e serviços básicos acessíveis por rota de pedestres de, no máximo, 1,0 km de extensão: mercado/feira livre (obrigatório), farmácia (obrigatório), padaria, lojas de conveniência, agência bancária, posto de correios, restaurantes e comércio em geral;
- Uma escola pública de ensino fundamental acessível por rota de pedestres de, no máximo, 1,5 km de extensão;
- Um equipamento de saúde (posto de saúde ou hospital) a, no máximo, 2,5 km de distância;
- Um equipamento de lazer (praça, parque) acessível por rota de pedestres de, no máximo, 2,5 km de extensão. Não será exigido esse item no caso de previsão de equipamento de lazer na área interna do empreendimento.

A validação deste item será feita a partir da análise da documentação, sendo esta, um mapa, com a localização do empreendimento (Figura 21), demonstrando as distâncias relativas aos serviços e equipamentos citados anteriormente.

A Figura 21, demonstra os pontos de infraestrutura para assistência básica, destinados aos residentes do condomínio Jardim dos Ipês e demais moradores do bairro.

Figura 21 – Localização das infraestruturas básicas na rota de pedestres.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2016.

Na rota de pedestres, observam-se as infraestruturas básicas de assistência à saúde, educação, alimentação, espaço de lazer e pontos de ônibus dentro do raio de 1,0 km.

A disponibilidade de infraestrutura básica próxima ao condomínio auxilia na redução do espalhamento urbano. A presença de transporte público regular, comércio e serviços em distância razoável criam condições favoráveis à redução dos impactos relacionados ao uso de transporte individual, que impactam a saúde humana e dos ecossistemas (CEF, 2010).

7.3.1.2 Critério obrigatório: qualidade do entorno – Impactos

Visa-se neste item, buscar o bem-estar, a segurança e a saúde dos moradores, considerando o impacto do entorno em relação ao condomínio em

análise. Avaliação deste critério ocorre a partir da análise de mapa de localização, considerando a inexistência, no entorno do empreendimento, considerando-se um raio de, pelo menos, 2,5 quilômetros, a partir do centro geométrico do empreendimento, de fatores considerados prejudiciais ao bem-estar, à saúde ou à segurança dos moradores, tais como (CEF, 2010):

- Fontes de ruídos excessivos e constantes, como rodovias, aeroportos, alguns tipos de indústrias etc.;
- Odores e poluição excessivos e constantes, advindos de estações de tratamento de esgoto (ETE), lixões e alguns tipos de indústrias, dentre outros.

Empreendimentos que não atendam ao critério inicial de 2,5 quilômetros poderão pleitear o Selo, desde que a proposta inclua medidas de mitigação necessárias para chegar a níveis de risco ou incômodo aceitáveis, assim como seu desempenho estimado, a ser ratificado durante a vistoria técnica. Havendo a expectativa de que os níveis de exposição a estes fatores superem em mais de 25% os níveis máximos de referência recomendados, deverão ser realizadas medidas em campo para comprovação de atendimento (CEF, 2010).

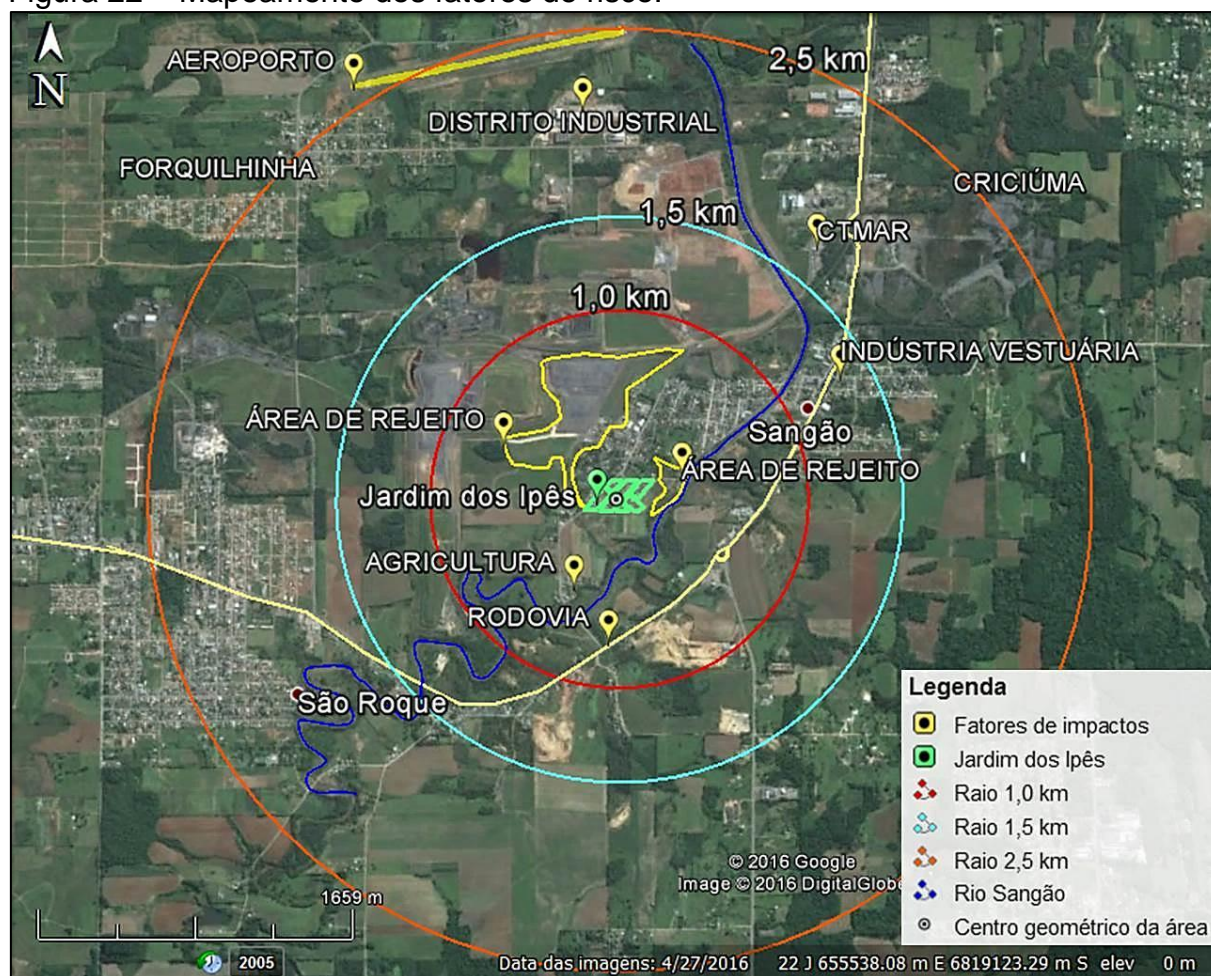
Devem ser verificados fatores perceptíveis durante a vistoria técnica, como odores, ruídos e outros aspectos que possam gerar impacto negativo ao empreendimento (CEF, 2010).

Na Figura 22, o entorno do loteamento apresenta diferentes pontos de vulnerabilidade locacional que podem indicar fatores de risco.

Na distância de 2,5 km, a partir do centro geométrico do loteamento e dentro do limite territorial de Forquilha, SC, localizam-se áreas de depósito de rejeito, apontadas como maior agravante de poluição ambiental. As áreas, atualmente, encontram-se em processo de recuperação ambiental de responsabilidade das mineradoras que depositaram os rejeitos piritosos.

Duas áreas de depósitos de rejeitos, de responsabilidade de empresas mineradoras diferentes, apresentam-se mais próximas ao loteamento, dentro do raio de 1,0 km.

Figura 22 – Mapeamento dos fatores de risco.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2016.

De acordo com o Relatório de Recuperação Ambiental da empresa CSN (CSN, 2013), no período compreendido entre 1985 a 1990, os rejeitos oriundos da atividade de beneficiamento de carvão, produzidos pela Carbonífera Próspera S.A. e pela CSN, foram depositados em tal área. Após este período, quando da operação da Nova Próspera Mineração S.A., os rejeitos oriundos da atividade de beneficiamento da pirita pela Indústria Carboquímica Catarinense (ICC), também passaram a ser depositados nestes depósitos.

Entre 1998 e meados de 2001, a Cooperminas Ltda. rebeneficiou os rejeitos de um local. Já os rejeitos de outra área foram rebeneficiados pela Carbonífera Belluno Ltda. Finalizadas operações com os rejeitos, a área passou a ser ocupada ilegalmente, constituindo um novo complexo habitacional carente de qualquer infraestrutura urbana (CSN, 2013).

Posteriormente, o poder público municipal de Forquilha, SC desapropriou terras próximas da Nova Próspera, área degradada com rejeito piritoso, de onde está o projeto do PMCMV, que recebeu a população assentada sobre o depósito, liberando este para a recuperação ambiental (CSN, 2013).

O estudo de caso está localizado próximo a fatores de risco como as áreas de rejeito piritoso (1,0 km), a rodovia (1,0 km), agricultura familiar (2,5 km), a uma indústria de produção de peças de vestuário, um distrito industrial, a Cooperativa de Catadores de Material Recicláveis (CTMAR) e o aeroporto (2,5 km). Esses fatores refletem, a princípio, a vulnerabilidade locacional do loteamento. Entretanto, durante a visita ao local, não foram identificados ruídos ou odores perturbadores e também, no momento de diálogo com alguns dos residentes do conjunto habitacional, os mesmos não mencionaram qualquer incomodo quanto aos fatores identificados na Figura 22.

A fuligem do rejeito piritoso não foi identificada como fator preocupante, pois as direções predominantes dos ventos na região sul de Santa Catarina são do quadrante nordeste, direção contrária às áreas de depósitos de rejeitos.

As margens do rio Sangão encontram-se em processo de regeneração natural da vegetação, o que minimiza os efeitos de erosão, pois o loteamento está a uma distância superior de 50 m da margem do rio.

7.3.2 Categoria: projeto e conforto

Esta categoria trata dos aspectos relacionados ao planejamento e à concepção do projeto do empreendimento, considerando-se, principalmente, os aspectos relativos à adaptação da edificação às condições climáticas, às características físicas e geográficas locais, bem como a previsão de espaços na edificação destinados a usos e fins específicos (CEF, 2010).

7.3.2.1 Critério obrigatório: paisagismo

O paisagismo auxilia de forma eficiente no sombreamento. Este como técnica de resfriamento passivo, consiste principalmente em não permitir que a radiação solar direta penetre no ambiente durante as horas de maior aquecimento

do dia. A utilização de soluções que visem ao resfriamento ou ao aquecimento passivo à arquitetura pode ocasionar redução dos gastos de energia e favorecer a sustentabilidade econômica do empreendimento (CEF, 2010).

Documentação necessária:

- Projeto paisagístico;
- Inclusão dos insumos e serviços na documentação técnica (memorial descritivo; planilhas orçamentárias e cronograma físico-financeiro).

Além dos critérios acima, o manual Selo Casa Azul (CEF, 2010), ressalta que a documentação deverá conter a indicação das espécies e suas dimensões previstas para o atendimento proposto.

A partir das informações obtidas do entorno do loteamento, selecionou-se a espécie pioneira *Bauhinia forficata* Link, conhecida como Pata-de-vaca, pois apresenta características quanto à tolerância a solos ácidos, com deficiências nutricionais, níveis tóxicos de alguns elementos, terem capacidade de atração da fauna.

Floresce de novembro a março, frutificando abril a julho. O processo reprodutivo inicia ao redor dos dois anos de idade, em plantios. Seus frutos são dispersos por barocoria, apresentando deiscência explosiva. É uma excelente forrageira arbórea, riquíssima em proteína e em hidratos de carbono, com flores melíferas (BARROS, 1960 apud CARBONÍFERA CATARINENSE, 2005).

É recomendado para reflorestamento para recuperação ambiental de ecossistemas degradados; revegetação de terrenos erodidos e restauração de mata ciliar (CARVALHO, 2003).

Bauhinia forficata é uma espécie plástica quanto a solos, ocorrendo em quase todos os tipos de solo, preferindo os profundos, pode ser plantada a pleno sol e as raízes crescem para baixo na direção da força da gravidade. A espécie Pata-de-vaca apresenta características como: tronco curto e delgado, raramente atinge 5 m de comprimento; copa arredondada e aberta; a árvore, com até 20 m de altura e 30 cm de DAP, na idade adulta (CARVALHO, 2003).

A arbórea pode ser usada para moderar a temperatura interna da unidade, por meio do plantio nos locais em que seja necessário sombreamento para paredes ou janelas.

A planta é extremamente utilizada no paisagismo, com copas altas podem ser dispostas, de forma a propiciar sombra às paredes leste/oeste, sendo muito úteis para reduzir os ganhos de calor no verão. Para isso, podem ser plantadas uma muda em cada unidade.

7.3.2.2 Critério de livre escolha: flexibilidade de projeto

Projetos com fácil adaptação a mudanças futuras podem levar a um menor consumo e desperdício de materiais, e ao aumento da vida útil da edificação por possibilitar uma diminuição do seu grau de obsolescência.

No projeto, devem ser previstas futuras ampliações ou modificações, levando-se em conta as implicações que possam ocorrer de forma a facilitar a sua implantação. Para este efeito, devem ser consideradas as implicações estruturais e nos sistemas hidráulico e elétrico, assim como na ventilação e iluminação natural dos ambientes a ampliar e modificar.

O estudo de caso foi planejado para possibilitar a sua ampliação como esta demonstrada na Figura 23. O Projeto de Extensão da UNESCO (Habitat Saudável e Sustentável) conferiu ao morador um manual que orienta as possíveis ampliações do embrião, conforme os estudos de ampliações horizontais e verticais. O manual também é utilizado para a viabilização de apresentação pelo morador dos projetos de ampliação para aprovação junto à Prefeitura Municipal de Forquilha.

Figura 23 – Possibilidades de ampliações da unidade.



Fonte: UNESCO, 2010 adaptação AUTORA, 2016. A – Ampliação vertical inferior. B – Ampliação horizontal inferior.

7.3.2.3 Critério obrigatório: local para coleta seletiva

Critério que viabiliza a separação dos recicláveis (Resíduos Sólidos Domiciliares – RSD) nos empreendimentos. O indicador para avaliação do critério será a existência de local adequado em projeto para coleta, seleção e armazenamento de material reciclável. O local destinado ao armazenamento do material reciclável deve ser de fácil acesso, ventilado e de fácil limpeza, com revestimento em material lavável e com ponto de água para limpeza/lavagem do espaço (CEF, 2010).

Documentação requerida:

- Projeto arquitetônico com a indicação de locais para coleta, seleção e armazenamento;
- Inclusão em documentação técnica (memorial descritivo, planilhas orçamentárias e cronograma físico-financeiro).

No município a coleta seletiva é realizada por veículo especialmente adaptado e identificado. Todo o resíduo coletado é encaminhado ao centro de triagem, localizado no bairro Ouro Negro, onde a Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Forquilha (ACAFOR) (fundada em 2012) realiza a triagem, classificação e comercialização destes materiais (FUNDAF, 2015).

A coleta abrange todos os bairros do município, ocorre em média duas vezes por semana e é realizada porta a porta em dias alternados ao dia da coleta convencional. Os resíduos selecionados são colocados na lixeira em frente às unidades, no dia e horário em que o caminhão da coleta seletiva passa no bairro (FUNDAF, 2015).

7.3.2.4 Critério obrigatório: equipamentos de lazer, sociais e esportivos

Incentivo às práticas saudáveis de convivência e entretenimento dos moradores, mediante a implantação de equipamentos de lazer, sociais e esportivos nos empreendimentos. Tem como indicador a existência de equipamentos ou espaços como bosques, ciclovias, quadra esportiva, sala de ginástica, salão de jogos, salão de festas e parque de recreação infantil, dentre outros (CEF, 2010).

Documentação necessária para esse critério:

- Projeto arquitetônico com a indicação dos equipamentos;
- Inclusão em documentação técnica (memorial descritivo, planilhas orçamentárias e cronograma físico-financeiro).

Atualmente, está em execução uma obra para a implantação de uma quadra de esportes e equipamentos de ginástica destinados ao condomínio popular. A obra é de responsabilidade da PMF e deverá ser inaugurada no final do primeiro semestre deste ano. O espaço está localizado no lado leste do loteamento, ao lado da Av. Beira Rio (Figura 21).

7.3.2.5 Critério obrigatório: desempenho térmico – Vedações

A eficiência energética das edificações depende, em grande parte, das soluções construtivas e materiais utilizados no seu envoltório. Projetos com desempenho térmico adequado às necessidades climáticas do local de implantação tendem a propiciar um menor consumo de energia pela minimização ou anulação do uso de sistemas de climatização, além de propiciar maior conforto ao morador (CEF, 2010).

O indicador do critério está no atendimento às condições arquitetônicas gerais expressas pelas normas de desempenho térmico da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a NBR 15220-3/2005 e NBR 15575/2008 que dão parâmetros para a correta especificação de paredes e coberturas, de acordo com cada zona bioclimática (CEF, 2010).

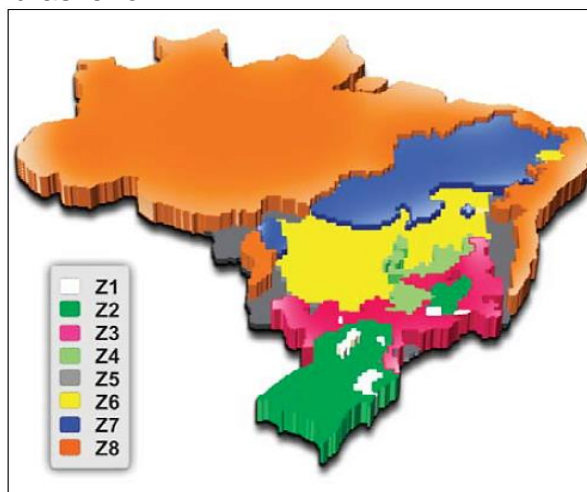
Documentação necessária:

- Projeto de arquitetura com indicação e/ou descrição dos itens atendidos;
 - Preenchimento e assinatura das tabelas nos anexos da ABNT NBR 15220-3/2005 e também, contidas nos anexos do Manual do Selo Casa Azul:
- Tabela 1 - Zonas bioclimáticas;
 - Tabela 2 - Desempenho térmico;
 - Tabela 3 - Desempenho térmico – vedações;
 - Tabela 3.a - Desempenho térmico – vedações – paredes;
 - Tabela 3.b - Desempenho térmico - vedações - aberturas e coberturas.
- Identificação dos tipos de paredes externas, aberturas e de coberturas adequadas às Zonas Bioclimáticas;

- Tabela 4 - Tipologias – paredes;
- Tabela 5 - Tabela 5: Tipologias – coberturas.
- Demonstração gráfica de projeção dos sombreamentos das aberturas;
- Detalhamentos, caso necessário;
- Simulações de desempenho, caso necessário.

Conforme o mapa brasileiro da ABNT NBR 15220-3/2005 (ANBT, 2005) apresentado na Figura 24, Forquilha, SC esta localiza em Zona bioclimática 2, indicando, predominantemente, a região Sul que ainda apresenta o verão e inverno de forma acentuada.

Figura 24 - Zoneamento bioclimático brasileiro.



Fonte: CEF, 2010.

7.3.2.5.1 Cobertura de telhas recicladas

Segundo a IN nº. 01/2010, Art. 4º (BRASIL, 2010), a administração direta, autárquica e fundacional diante da contratação de obras e serviços para a execução de obras públicas sustentáveis, deverão especificar no projeto básico, dentre outras exigências, à economia da manutenção e operacionalidade da edificação.

No mesmo Art. 4º, em seu inciso VIII, prevê-se como um dos critérios exigidos a “utilização de materiais que sejam reciclados, reutilizados e biodegradáveis, e que reduzam a necessidade de manutenção.” (BRASIL, 2010, p.3). O critério citado deve seguir exigências, pois o Art. 5º, inciso I, traz “que os

bens sejam constituídos, no todo ou em parte, por material reciclado, atóxico, biodegradável, conforme ABNT NBR 15448-1/2008 e 15448-2/2008.” (BRASIL, 2010, p. 4).

A comprovação do critério de sustentabilidade na utilização de materiais reciclados, reutilizados e/ou degradáveis, exigido na aquisição de bens, “poderá ser feita mediante apresentação de certificação imitada por instituição pública oficial ou instituição credenciada, ou por qualquer outro meio de prova que ateste que o bem fornecido cumpre com as exigências do edital.” (BRASIL, 2010, p. 5).

Diante desta circunstância, o atual trabalho apresenta a implantação de uma cobertura com telhas recicladas no estudo de caso, oriundas do processo de reciclagem de embalagens cartonadas longa vida.

Os ensaios laboratoriais sobre materiais reciclados constituídos por resíduos de polietileno e alumínio são realizados com base em normas técnicas para telhas de fibrocimento, materiais plásticos e outros, haja vista que ainda não existem normas técnicas específicas para telhas recicladas longa vida.

É constante a preocupação dos fabricantes de novos materiais reciclados em adequá-los aos padrões de qualidade técnica e em normas. Muitos materiais têm desempenho satisfatório ou muito bom na prática, mas, não possuem caracterização técnica sistematizada, o que compromete sua confiabilidade para especificação e uso. O processo de adequação pode ser lento, até que os novos materiais estejam completamente pesquisados em âmbito laboratorial e verificação para eficiência no uso. (CUNHA, 2011, p. 21).

As normas de telhas atualmente não contemplam o desempenho térmico, cuja importância tem se constatado frequentemente através de diversos estudos realizados em universidades (testes, ensaios e monitoramentos) no Brasil. (PERALTA, 2006, p. 11).

Os dados sobre placas recicladas de embalagens longa vida existentes e apresentados neste trabalho foram encontrados em relatórios técnicos do IPT e da Escola de Engenharia de São Carlos (USP) - Laboratório de Madeiras e Estrutura de Madeiras (LaMeM) e Laboratório de Construção Civil (LCC).

Serão apresentados dados técnicos da placa reciclada que caracterizam as propriedades mecânicas (resistência à tração, alongamento na ruptura e resistência à flexão); as propriedades térmicas (Índice de propagação de chamas, absorvência e refletância); a propriedade química (resistência à UV) e absorção de água.

No Quadro 5, segundo Cunha (2011), buscou-se unir a classificação padrão de materiais de construção e as classificações sobre sustentabilidade com o objetivo de serem referências para a classificação das placas recicladas de embalagens longa vida.

A classificação dos materiais de construção é apresentada por Fuad-Luke (2002) apud Cunha (2011) e está relacionada à extração dos materiais, para o uso de forma natural ou industrializada.

Os ensaios das propriedades mecânicas, também foram realizados com telhas recicladas onduladas e apresentaram resultados aproximados as placas recicladas, de acordo com os relatórios técnicos do IPT.

Quadro 5 – Classificação quanto ao potencial de sustentabilidade e impacto ambiental das placas recicladas de embalagens longa vida.

Categoria	Classificação	
Quanto à procedência	Material da tecnosfera	Não são renováveis
Quanto à origem e processo de obtenção	Artificiais	Materiais reciclados
Quanto ao potencial de sustentabilidade e impacto ambiental	Sustentável	Evita o descarte das embalagens nos aterros; material de fácil acesso em todas as regiões devido à disponibilidade de matéria-prima; recicláveis; recoloca as embalagens de volta ao ciclo de vida.
Quanto à composição da matéria-prima	Compostos	Polietileno – aprox.. 70% Alumínio – Aprox. 25% Resíduos de papel e de plásticos 5% (variável)
Quanto à estrutura interna	Mista	Cristalina
Quanto à composição química	Mista	Minerais e orgânicos
Quanto à função do componente	Não estrutural	Vedação e proteção (revestimento) de superfícies, fabricação de objetos variados.

Fonte: ARQTEMA (2005) apud CUNHA (2011).

No Quadro 6, encontram-se as características técnicas das placas recicladas de polietileno/alumínio, de acordo com os dados técnicos existentes e ensaios complementares de Cunha (2011), relacionados ao desempenho térmico.

Os ensaios de propriedades mecânicas das placas recicladas (Quadro 6), também foram realizados para amostras de telhas onduladas recicladas e apresentaram valores semelhantes.

Quadro 6 – Propriedades gerais das placas recicladas.

Propriedades	Resultados	
Propriedades mecânicas	Resistência à tração	7,62 MPa*
	Alongamento na ruptura	4,2 MPa*
	Resistência à flexão	15,1 MPa*
Absorção de água	Este dado pode variar muito, de acordo com a quantidade de papel restante na matéria-prima e qualidade da prensagem	5,3% (IPT, 2001)
		15,22% (LAMEM, 2001)
		Média: 10,3%
Propriedades térmicas	Índice de propagação de chamas	Médio – Classe D* A propagação superficial de chama avançou, em média, 393mm (85% do corpo de prova). A carbonização superficial alcançou, em média, 448mm (97% do comprimento total do corpo de prova) Desenvolvimento de fumaça cinza.
		Refletância α : 0,536 (53,6%)**
		Absortância α : 0,464 (46,4%)**
Propriedades químicas	Resistência à UV	Ação dos raios ultravioletas (UV) deixa as placas, com perda de brilho superficial. A ação do UV enrijece as fibras poliméricas das placas deixando-as menos flexíveis e aumentando sua resistência mecânica. A ação do UV não degrada as placas **

Fonte: *IPT (2001); **CUNHA (2011).

Cerqueira (2003) comparou as telhas de polietileno/alumínio às de fibrocimento por tratar-se de um material com características similares e os resultados obtidos são demonstrados no Quadro 7.

Quadro 7 – Comparativo entre telhas recicladas e telhas de fibrocimento.

Ensaio	Parâmetros para telha de fibrocimento	Resultados obtidos para telhas de recicladas
Resistência à flexão (N/m)	4×10^3	$7,63 \times 10^6$
Absorção de água (%)	37	6,3%

Fonte: CERQUEIRA, 2003.

A partir da observação do Quadro 7, Cerqueira (2003) demonstra que análises obtidas nas telhas produzidas com embalagens longa vida são superiores se comparadas aos parâmetros de mercado, pois apresentaram alta resistência à flexão e baixa absorção de água, devido à sua origem plástica.

Em ensaios de impermeabilidade nas telhas de polietileno/alumínio conforme NBR 5642/1993 (Telha de Fibrocimento – Verificação da Impermeabilidade), não ocorrendo formação de manchas e nem formação de gotas nas superfícies dos corpos de prova (FERREIRA, 2001 apud CERQUEIRA, 2003; LCC, 2002 apud LAMEM, 2016).

Testes referentes ao conforto térmico também foram realizados comparando as telhas fabricadas de polietileno/alumínio com as telhas de cerâmica e aço galvanizado e concluiu-se que, ao longo do ano, a temperatura superficial constatada pela telha de aço galvanizado foi de 67 °C, seguida pela de polietileno/alumínio, com 47 °C, e de cerâmica, 41 °C. Já as temperaturas internas não apresentaram diferenças significativas, entre 22 e 23,5 °C em média e nos dias mais quentes do ano, variação de 32 a 33 °C (VECCHIA, 2002 apud CERQUEIRA (2003); LCC, 2002 apud LAMEM, 2016).

No quadro da página anterior (Quadro 6), também apresentam os resultados das propriedades de absorção (absorve os raios solares) e refletância (reflete os raios solares), no qual, para o ensaio foram aplicados diferentes comprimentos de onda (UV - ultravioleta, VIS - visível e IV - infravermelho) à placa reciclada. Os resultados demonstraram que, da quantidade de energia total que atingiu a superfície da placa, 46,4% (α : 0,464) foi absorvida e 53,6% (α : 0,536) foi refletida.

No entanto, para avaliar os efeitos que os diferentes raios solares podem causar as placas recicladas, foram medidos os percentuais de cada comprimento de onda (Quadro 8). Os raios UV são os responsáveis de forma geral, pela degradação dos materiais e os raios IV, pelo calor (CUNHA, 2011).

Quadro 8 – Porcentagem de absorção e refletância das placas recicladas por comprimento de onda (UV, IV e VIS).

Raios solares	Absorção	Refletância
UV	72%	28%
VIS	54%	46%
IV	36%	64%

Fonte: CUNHA, 2011.

Os resultados dos ensaios demonstram que o fato da absorção aos raios UV serem maiores (72%) do que a refletância (28%) pode, a princípio, indicar

fragilidade da placa reciclada à exposição em áreas externas. Porém, para se certificar quanto aos efeitos à placa, Cunha (2011) realizou os ensaios de envelhecimento acelerado com exposição à UV e umidade, complementando com o ensaio de DMA [Ensaio Dinâmico-Mecânica – Transição Vítrea (DMA Tg)].

Verificou-se que o material não sofreu degradação significativa, apresentando evidências somente em seus aspectos visuais, que se tornaram mais opacos e enrijecidos (perda de flexibilidade). A integridade do material não foi alterada, isso foi visível com a ajuda de um microscópio (CUNHA, 2011).

Com relação ao IV (Quadro 8), percebe-se que a porcentagem de refletância é maior (64%) do que a absorptância (36%). Isso indica que as placas podem funcionar como barreiras para o calor (CUNHA, 2011).

Peralta (2006) realizou o mesmo ensaio de refletância e absorptância para comparar diferentes materiais de cobertura, demonstrado no Quadro 9.

Quadro 9 – Absortância e refletância obtida para as amostras de materiais.

Material	Absortância			Refletância		
	UV	VIS	IV	UV	VIS	IV
Aço (com pintura branca)	91%	40%	28%	9%	60%	72%
Cerâmica	92%	71%	40%	8%	29%	60%
Material reciclado (embalagem longa vida)	82%	66%	45%	18%	34%	55%
Aço	67%	65%	65%	33%	35%	35%
Fibrocimento	81%	68%	68%	19%	32%	32%

Fonte: PERALTA, 2006 adaptado pela AUTORA, 2016.

Cores claras e materiais metálicos costumam apresentar valores elevados de refletância dos raios solares (PERALTA, 2006).

A telha cerâmica apresenta uma baixa absorptância (40%) de IV, o que comprova porque esta telha não transmite muito calor para o ambiente interno. E o material reciclado apresenta um valor aproximado (45%), o que influencia positivamente em seu desempenho térmico.

Sabe-se que a parcela de UV que se transforma em calor, também contribui com a degradação do material, portanto, o material reciclado (82%) apresentou menor valor de absorptância em relação à telha cerâmica (92%).

Com relação à propriedade de condutividade térmica e calor específico, a Tabela 2 indica os valores dos materiais comumente utilizados para coberturas. E Cunha (2011) realizou ensaios para determinar as mesmas propriedades para as placas recicladas.

Tabela 2 – Densidade de massa aparente, condutividade térmica e calor específico dos materiais.

Tipo de material	Densidade (kg/m ³)	Condutividade térmica (W/(m.k))	Calor específico (kJ/(kg.k))
Telha de barro	1000-1300	0,70	0,92
Telha reciclada	934*	0,80*	0,93*
Telha de fibrocimento	1800-2200	0,95	0,84

Fonte: NBR 15220 – 2, 2005; *CUNHA, 2011 adaptado pela AUTORA, 2016.

A condutividade térmica é a capacidade de transferir calor e o calor específico, refere-se a capacidade de armazenar calor. Importantes propriedades físicas para a seleção de um material. [...] baixos valores de condutividade térmica são exigidos, quando se pretende minimizar as perdas de calor. (SANTOS, 2002 apud CUNHA, 2011).

Entre os valores de condutividade térmica, demonstrados na Tabela 2, a placa apresenta um resultado favorável [0,80 W/(m.k)] quando comparado com o de fibrocimento [0,95 W/(m.k)]. Esses dados indicam que as placas recicladas de embalagens longa vida podem ser favoráveis no desempenho de proteção da condução do calor.

As vantagens são muitas quando comparadas a outros materiais, entre elas: o longo período de vida útil (no mínimo 30 anos); economia na troca das telhas, pois não ocorre degradação significativa ao longo do tempo, resistência a chuvas de granizos, pisoteio, não danifica ao serem transportadas e fixadas com parafusos ou pregos; custo aproximado das telhas de fibrocimento (ECOPLEX, 2016).

Há a possibilidade de voltar a reciclar o material após o seu tempo de vida útil acrescentando-o a composição de uma nova telha; proporciona a redução da temperatura, pois reflete significativamente os raios solares; durante o processo de fabricação das telhas não são gerados resíduos tóxicos; as telhas foram fabricadas unicamente com a utilização de resíduos sólidos, evitando que estes sejam descartados diretamente nos aterros sanitários (NICARETTA et al., 2010).

O encaminhamento das embalagens longa vida a reciclagem, envolve um longo caminho percorrido. O estudo do ciclo de vida de um material surgiu para orientar no processo de identificação dos impactos ambientais. Para isso, também surgiu a logística reversa, no qual, é outra forma de visualizar o caminho percorrido pelos materiais, ou de forma mais abrangente, pelas matérias-primas (CUNHA, 2011).

Fluir no sentido reverso busca o resgate dos materiais descartados, seja na reutilização, seja na reciclagem. O objetivo é administrar de forma organizada e eficiente os materiais pós-consumo, para reciclagem e redimensionamento para o mercado (CUNHA, 2011).

O condomínio Jardim dos Ipês foi inaugurado com a cobertura de telhas cerâmicas, no qual, custou R\$ 995.888,08. Contudo, a substituição da cobertura convencional pela alternativa de cobertura de telhas recicladas de embalagens longa vida, custaria R\$ 864.053,00, havendo redução no valor de R\$ 131.835,00 na comparação das duas coberturas.

7.3.2.5.2 Paredes de painéis Monoforte de EPS

As vedações com elementos cerâmicos como os tijolos, em função do seu bom desempenho, economia e durabilidade, aliada às estruturas de concreto armado, representam um grande percentual das construções executados, em nosso país (BERTOLDI, 2007).

Entretanto, Bertoldi (2007) ressalta que apesar da existência de normas e do domínio dos processos de fabricação, a coloração e as dimensões dos tijolos dependem, principalmente, do tipo de argila utilizada e do processo de queima no forno. Observa-se em função disto, uma variedade bastante grande de produtos e muitos deles, com qualidade comprometida e que muitas vezes não são levadas em consideração, provocando consequências às vedações executadas com estes elementos.

O presente trabalho pesquisou alternativas de materiais para vedação de paredes e encontrou-se o Polietileno Expandido que compõem os painéis de vedação para aplicação na construção civil, tendo em vista as suas excelentes propriedades isolantes que contribuem para o conforto térmico. Este que também é

proporcionado com a pintura na cor branca (refletores dos raios solares) das paredes das unidades habitacionais.

Os painéis pré-moldados de EPS apresentam resultados dentro dos valores mínimos exigidos pelas NBR's, como por exemplo, nos requisitos em análises do sistema construtivo (ABNT NBR 15575/2008 - Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos), no qual, atende ao desempenho mínimo nas 8 zonas bioclimáticas; na resistência ao fogo (ABNT NBR 5628/2001) e no desempenho sonoro, a partir de ensaios e testes realizados pelo IPT (TERMOTÉCNICA, 2010).

Para Tessari (2006), por suas características físicas e de alta resistência mecânica relacionada com baixo coeficiente de condutividade térmica (0,030 a 0,034 w/m °C) e baixo índice de absorção de água, o EPS constitui-se num excelente material para o isolamento térmico, que permite uma eficiência no isolamento dos ambientes, reduzindo ou eliminando a necessidade de condicionamento ambiental, proporcionando maiores condições de conforto aliada à economia nos gastos anuais com energia elétrica.

Da mesma maneira, o sistema construtivo (malha de telhas de aço, painéis de EPS e argamassa) torna-se um bom isolante acústico, pois de acordo com Tessari (2006), para se obter um bom isolamento, é importante buscar interromper a transmissão da vibração, através da criação de uma descontinuidade de meios, alternando elementos rígidos e flexíveis na sua construção. Isso favorece o desempenho térmico dos ambientes.

O sistema construtivo com painéis de EPS é projetado exatamente de acordo com as dimensões da habitação, não resultando em desperdícios de material, além disso, os painéis são leves, o que facilita no transporte e fixação, podendo prevenir a geração de resíduos. Menor custo final, maior economia nas fundações, do consumo de energia elétrica, da utilização de madeira e do tempo de execução da obra.

As unidades habitacionais são constituídas de alvenaria com tijolos cerâmicos que custaram R\$ 1.729.989,61. Em relação a substituição da alvenaria convencional, caso ocorresse a instalação do sistema de painéis pré-moldados de EPS, custaria o valor de R\$ 1.506.573,36.

A alternativa de paredes de painéis de EPS reduziria R\$ 223.416,25 no custo total da alvenaria.

Pode-se também concluir, a partir da análise da planilha orçamentária do conjunto habitacional do ano de 2013, que uma unidade convencional (39,05m²), de acordo com subtotal da alvenaria convencional, custou aproximadamente R\$ 15.446,33. Logo, com base no valor da redução de custo com a instalação do sistema construtivo de EPS (R\$ 223.416,25), poderiam ser construídas 14 unidades habitacionais a mais, no qual, poderiam acomodar no máximo 4 pessoas, totalizando 57 residentes que ocupariam as novas unidades.

Para finalizar este tópico sobre a substituição de componentes das unidades por materiais de caráter sustentável, pesquisou como sugestão de pavimentação interna, o produto denominado de madeira plástica ou ecológica. É um material resultante da aplicação de uma moderna tecnologia industrial, no qual, o processo agrega matérias-primas recicláveis, como resíduos plásticos industriais variados que são misturadas e transformadas em peças semelhantes à madeira natural e que podem substituí-la em diversas aplicações (ECOPEX, 2014).

Trata-se um produto 100% reciclado e reciclável, com aparência de madeira natural, e pode ser furada, serrada, colada, pintada, revestida, aparafusada, pregada como a convencional (ECOPEX, 2014).

Segundo a pesquisa de preço realizada por este trabalho, encontrou-se o valor entre R\$168,00 e R\$187,00 o m² de tábuas para assoalho dependendo da cor (COCAL MADEIRA PLÁSTICA, 2016).

O material apresenta um valor muito superior quando comparado aos preços de pisos e madeiras tradicionais. Portanto, para as novas obras, permaneceriam com os pisos cerâmicos comumente utilizados nas unidades.

7.3.2.6 Critério obrigatório: orientação ao sol e ventos

Critério obrigatório que objetiva proporcionar ao usuário condições de conforto térmico mediante estratégias de projeto, conforme a zona bioclimática do local do empreendimento, considerando-se a implantação da edificação em relação à orientação solar, aos ventos dominantes e à interferência de elementos físicos do entorno, construídos ou naturais.

O indicador é definido pelo atendimento às condições arquitetônicas gerais expressas nas tabelas na ABNT NBR 15220-3/2005 que indicam estratégias

de condicionamento térmico passivo para cada zona bioclimática onde se localiza o empreendimento. Para a documentação será necessário o projeto de implantação e arquitetura com indicação/descrição dos itens atendidos (CEF, 2010).

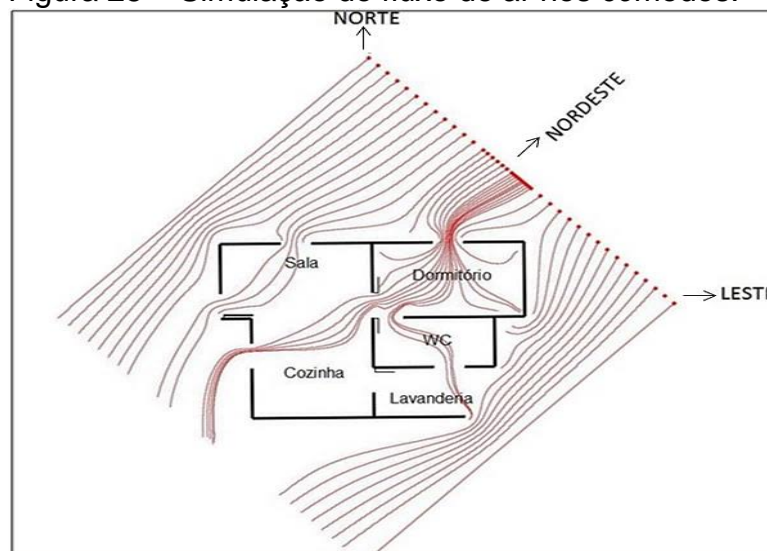
O município de Forquilha está na zona bioclimática 2, no qual, indica que o verão e inverno são acentuados. Portanto, segundo a NBR 15220-3 (2005), no verão recomenda-se a ventilação cruzada e para o inverno, o aproveitamento da luz solar em ambientes de maior permanência, como os dormitórios.

Como as temperaturas são muito elevadas no verão, deve-se orientar os dormitórios sempre em direção norte ou leste, pois no período da manhã a incidência dos raios solares são menos intensos que no período da tarde.

Portanto, como demonstrado na Figura 24, o dormitório foi direcionado para norte e o banheiro, consequentemente, posicionou-se para o leste, favorecendo a iluminação natural no ambiente.

A direção predominante dos ventos no município é nordeste e para ilustrar a circulação de ventos nos cômodos, de acordo com a orientação sol recomendado para a habitação, foi utilizado o programa chamado Fluxo de Ventos.

Figura 25 – Simulação do fluxo de ar nos cômodos.



Fonte: CARVALHO e MARTHA, 2005 adaptado pela AUTORA, 2016.

Estas propostas de alteração quanto a orientação solar visam conferir maior salubridade aos usuários, evitando problemas causados pela umidade, por exemplo, nos banheiros. Além disso, propiciar condições para maior durabilidade dos materiais de construção empregados nas unidades.

7.3.2.7 Critério de livre escolha: ventilação e iluminação natural de banheiros

O objetivo deste critério é melhorar a salubridade do ambiente, além de reduzir o consumo de energia nas áreas dos banheiros. Indicador será a existência de janela voltada para o exterior da edificação com área mínima de 12,5% da área do ambiente (área correspondente à iluminação e ventilação) (CEF, 2010).

Documentação necessária:

- Projeto de arquitetura com indicação/descrição dos itens atendidos, assinalando em planta/corte as janelas dos banheiros, com porcentagem da área em relação ao piso do ambiente, de forma a que atenda à solicitação deste critério.

O banheiro das unidades apresenta 2,46 m² e a atual janela basculante de 0,36 m² corresponde a 14,6 % da área mínima da área do ambiente. Em razão da pequena área do banheiro, a janela basculante oferece iluminação e ventilação necessária e o vidro mini boreal garante a privacidade.

7.3.3 Categoria: eficiência energética

Para o desenvolvimento de projetos habitacionais mais sustentáveis, devem-se buscar projetos que visam à redução no consumo de energia elétrica e um aumento do uso de fontes renováveis, através de ações efetivas que reduzam o consumo ocasionado por usos finais, como gastos com eletrodomésticos, uso de energia elétrica para aquecimento de água e de iluminação artificial (CEF, 2010).

A categoria de Eficiência Energética incentiva à adoção de medidas que devem ser adotadas nos empreendimentos, de modo a torná-los mais eficientes com relação à conservação de energia, reduzindo o consumo o uso de fontes alternativas de energia, dispositivos economizadores e medições individualizadas, proporcionando assim uma redução nas despesas mensais dos usuários (CEF, 2010).

7.3.3.1 Critério obrigatório: lâmpadas de baixo custo – Áreas privativas

Este critério tem como objetivo reduzir o consumo de energia elétrica mediante o uso de lâmpadas eficientes. A contestação do item será feita através da

verificação da existência de lâmpadas de baixo consumo e potência adequada em todos os ambientes da unidade habitacional (CEF, 2010).

Documentação necessária:

- Memorial descritivo especificando o tipo de lâmpadas com selo Procel ou etiqueta Nível de Eficiência A do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), do Inmetro.

As lâmpadas LED caracterizam-se por sua eficiência ao emitir muita luz, utilizando menos energia (Watt), por exemplo, uma lâmpada de LED de 9w tem potência equivalente de uma lâmpada fluorescente compacta de 18w. A vida útil de uma lâmpada LED pode alcançar até 50.000 horas, reduzindo as operações de substituição, e se acessa por 8 horas diárias pode durar até 17 anos. A desvantagem é o custo superior ao custo de outras lâmpadas.

Lâmpadas LED são 60% mais eficientes energeticamente comparadas com lâmpadas fluorescentes compactas, além disso, são ecologicamente corretas, tem maior durabilidade que as lâmpadas LFC e destaca-se em termos de durabilidade, pois mesmo no final de sua vida útil ainda pode proporcionar entre 50% a 70% do fluxo luminoso original, potencializando sua utilização, ao contrário dos demais tipos de lâmpadas (AOD, 2016).

Diante disso, foi realizado o cálculo consumo de energia das lâmpadas LED de 9W e lâmpadas fluorescentes compactas de 18W, haja vista que esta possui a potência equivalente aquela.

Para mensurar os gastos com energia elétrica é realizado um cálculo que leva em consideração a potência de lâmpadas e aparelhos domésticos (normalmente valor dado em Watts) e o número de horas no mês, aproximadamente, que os mesmos ficarão ligados. Logo, multiplica-se o resultado pelo valor da tarifa cobrada por kWh.

Utilizou-se para o cálculo a tarifa convencional de 0,24971 R\$/kWh para todas as classes aplicada pela Cooperativa Pioneira de Eletrificação (COOPERA), concessionária responsável por Forquilha, SC. Seria 5 lâmpadas internas e 1 lâmpada na área externa que ficariam acessas em média 8 horas por dia, 30 dias no mês.

Para as lâmpadas fluorescentes calcula-se:

$$\text{Consumo de Energia} = \frac{\text{potência (W)} \times \text{n}^{\circ} \text{ horas utilizado(h)} \times \text{n}^{\circ} \text{ dias no mês uso}}{1000}$$

$$\text{Consumo de Energia} = \frac{108 \text{ W} \times 8 \text{ horas} \times 30 \text{ dias}}{1000}$$

$$\text{Consumo de Energia} = 25,92 \text{ kWh.}$$

$$\text{Gasto} = \text{consumo de Energia (kWh)} \times \text{tarifa (R\$/kWh)}$$

$$\text{Gasto} = 25,92 \text{ kWh} \times 0,334230 \text{ R\$/kWh}$$

$$\text{Gasto} = \text{R\$ } 8,66 \text{ ao mês ou R\$ } 103,96 \text{ ao ano}$$

O mesmo cálculo para as lâmpadas LED:

$$\text{Consumo de Energia} = \frac{54 \text{ W} \times 8 \text{ horas} \times 30 \text{ dias}}{1000}$$

$$\text{Consumo de Energia} = 12,96 \text{ kWh}$$

$$\text{Gasto} = 12,96 \text{ kWh} \times 0,334230 \text{ R\$/kWh}$$

$$\text{Gasto} = \text{R\$ } 4,33 \text{ ao mês ou R\$ } 51,98 \text{ ao ano}$$

A partir dos cálculos, pode-se observar uma significativa economia na conta de luz, resultando cerca de 50% de redução.

7.3.3.2 Critério obrigatório: dispositivos economizadores – Áreas comuns

Objetiva a redução do consumo de energia elétrica mediante a utilização de dispositivos economizadores e/ou lâmpadas eficientes nas áreas comuns. Comprovação a partir da existência de sensores de presença, minuterias ou lâmpadas eficientes em áreas comuns dos condomínios.

Documentação necessária:

- Projeto de instalações elétricas;
- Memorial descritivo especificando o tipo de dispositivo a ser utilizado e/ou o tipo de lâmpadas eficientes com selo Procel ou etiqueta Nível A no PBE/Inmetro;
- Inclusão dos insumos/serviços em planilhas orçamentárias e cronograma físico-financeiro.

O cumprimento deste critério foi realizado a partir dos cálculos de consumo de lâmpadas, apresentado no item 7.3.3.1.

7.3.3.3 Critério de livre escolha: sistema de aquecimento solar

Tem como finalidade reduzir o consumo de energia elétrica ou de gás para o aquecimento de água. O sistema de aquecimento solar de água devem conter o Selo Ence/Procel Nível A ou B, fração solar entre 60% e 80%, aquecimento auxiliar com reservatório dotado de resistência elétrica, termostato e timer, ou chuveiro elétrico ou aquecedor a gás, projetado e operado em série com o sistema solar, com equipamentos fornecidos por empresa certificada pelo Qualisol (CEF, 2010).

Documentação necessária:

- Projeto do sistema de aquecimento solar de água;
- Anotação de responsabilidade técnica do projeto de Sistema de Aquecimento Solar (SAS);
- Memorial descritivo com as especificações técnicas do equipamento;
- Inclusão dos insumos/serviços em planilhas orçamentárias e cronograma físico-financeiro.

O estudo de caso foi inaugurado com a instalação do sistema de aquecimento solar para a água do chuveiro, a partir de placas solares de 2x1m.

Porém, atualmente existe no mercado o SAS constituído de tubos a vácuo que promete manter por mais tempo e à uma temperatura superior a água quente no reservatório, comparado a absorção de calor das placas solares.

Segundo a média nacional, um chuveiro elétrico consumo 24% do total do consumo domiciliar. Portanto, a partir da instalação do SAS, uma família que gastaria R\$ 100,00 ao mês de conta de luz, mantendo o chuveiro elétrico desligado neste período, resultaria em uma economia de R\$ 24,00 ao mês e R\$288,00 ao ano, tornando-se uma opção essencial, para residentes de casas populares.

7.3.3.4 Critério de livre escolha: medição individualizada – Gás

Objetiva proporcionar aos moradores o gerenciamento do consumo de gás da sua unidade habitacional, conscientizando-os sobre seus gastos e possibilitando a redução do consumo. Tem como indicador a existência de medidores individuais, certificados pelo INMETRO (CEF, 2010).

Documentação necessária:

- Projeto de instalações de gás e memorial descritivo com as especificações técnicas do equipamento;
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do projeto;
- Inclusão dos insumos/serviços em planilhas orçamentárias e cronograma físico-financeiro.

Todas as unidades são abastecidas com um botijão de gás individual, o que reflete no benefício relacionado à economia no consumo de gás, já que a medição individual facilita o controle de gastos e incentiva a redução do consumo para o usuário, revertendo-se em benefício próprio.

7.3.4 Categoria: conservação de recursos materiais

7.3.4.1 Critério obrigatório: qualidade de materiais e componentes

Tem como objetivo evitar o uso de produtos de baixa qualidade, reduzindo o consumo de recursos naturais utilizados na correção e os custos de correção de defeitos, além de melhorar as condições de competitividade dos fabricantes que operam em conformidade com a normalização.

A avaliação se dará através da comprovação da não utilização de produtos feitos por empresas classificadas como “não qualificadas” ou “não conformes” nas listas divulgadas pelo Ministério das Cidades, Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) (CEF, 2010).

Documentação necessária:

- Memorial descritivo especificando que os produtos a serem utilizados provêm de fabricantes que constam da relação de fabricantes e de produtos, conforme os Programas Setoriais de Qualidade (PSQ) do PBQP-H.

Ressalva-se que, como recomendações técnicas, para produtos que não fazem parte da cesta acompanhada pelo PBQP-H, recomenda-se utilizar produtos com certificados de qualidade emitidos por entidades certificadoras com notória reputação ou por processo de seleção de fornecedores que inclua a análise da qualidade dos produtos (CEF, 2010).

De acordo com o memorial descritivo, foi relatada a utilização de materiais de boa qualidade e de marcas reconhecidas pelo mercado como tendo boa reputação.

Para os painéis de EPS existem ensaios e testes do processo de homologação para obtenção do Documento de Avaliação Técnica (Datec) de acordo com o Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT) do PBQP-H, realizados pelos Laboratórios de Estrutura da UFMG e pelo IPT (TERMOTÉCNICA, 2010).

Os fabricantes de telhas recicladas de embalagens de longa vida, até o momento, não submeteram as mesmas ao SINAT, entretanto, elas possuem laudos técnicos que comprovam a sua eficiência.

E perante a situação em que solicita-se ao fornecedor um certificado de qualidade ou de especificações do produto, mas, aquele não possuir nenhum documento de verificação, opta-se por colher informações referentes à sua reputação no mercado e de seus produtos quanto à procedência.

7.3.4.2 Critério de livre escolha: componentes industrializados ou pré-fabricados

Segundo o Manual da Caixa (CEF, 2010), ao utilizar peças pré-fabricadas ou industrializadas tende-se a reduzir as perdas de materiais e a geração de resíduos, colaborando para a redução do consumo de recursos naturais pelo emprego de componentes industrializados.

A constatação da adesão ao critério se dará a partir da verificação da adoção de um sistema construtivo de componentes industrializados montados em canteiro, projetados de acordo com as normas ou com aprovação técnica no âmbito do Sinat (Sistema Nacional de Aprovação Técnica), do Ministério das Cidades, demonstrando conformidade com a norma de desempenho ABNT NBR 15575 (ABNT, 2008).

Este critério remete ao sistema de painéis Monoforte de EPS, no qual, são projetados conforme o projeto, utilizando-se a quantidade de material necessário para atendimento da sua função de vedação e não ocasionando em desperdícios na instalação.

7.3.4.3 Critério obrigatório: formas e escoras reutilizáveis

Tem por finalidade reduzir o emprego de madeira em aplicações de baixa durabilidade, que constituem desperdício, e incentivar o uso de materiais reutilizáveis. Para este critério, o indicador admite duas soluções alternativas: a primeira seria existência de projetos de formas, executado de acordo com a NBR 14931/2004 (Execução de estruturas de concreto – Procedimento); a segunda solução seria a existência de especificação de uso de placas de madeira compensada com madeira legal ou sistema de formas industrializadas reutilizáveis e cimbramentos com regulagem (CEF, 2010).

Documentação necessária:

- Projeto de formas de acordo com a NBR 14931/2004;
- Memorial descritivo descrevendo o sistema de fôrmas, com previsão do uso de compensado plastificado, selagem dos topos, cimbramento com regulagem de altura grossa (pinos) e fina, e indicação da quantidade de reutilizações.

Como opção para o fechamento da obra poderiam substituir as cercas de alambrados pelas chapas de madeira compensada plastificada com madeira legal, caracterizadas pela resistência as condições climáticas quando expostas ao sol e chuva por longos períodos. É composta por capa de madeira dura; lâminas de pinus reflorestado; resina fenol-formaldeído; filme fenólico; bordas seladas com impermeabilizante (GLOBALWOOD, 2016).

7.3.4.4 Critério obrigatório: gestão de resíduos de construção e demolição

Este critério visa reduzir a quantidade de resíduos de construção e demolição e seus impactos no meio ambiente urbano e nas finanças municipais, por meio da promoção ao respeito das diretrizes estabelecidas nas Resoluções CONAMA nº 307/2002, nº 348/04 e nº 448/2012.

O indicador é atribuído à existência de um “Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC” para a obra, bem como a apresentação dos documentos de comprovação de destinação adequada dos resíduos gerados ao final da obra (CEF, 2010).

Documentação necessária:

- Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC.

A elaboração do plano visa cumprir este critério, bem como a obrigatoriedade exposta na Resolução do CONAMA nº 307/2002, em seu art. 8º, este que foi alterado pela Resolução do CONAMA nº 448/2012: “Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos grandes geradores e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos” (BRASIL, 2012, p.5).

Para tanto, o atual trabalho tem entre os seus objetivos, elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição – PGRCD para a nova proposta adotada de habitação de interesse social de acordo com as diretrizes do Selo Casa Azul. Ressalta-se que devem ser incluídas as demolições e reformas de imóveis, pois, também contribuem para uma enorme geração de resíduos sólidos.

O gerenciamento nos canteiros de obras depende da organização de diversas tarefas que deverão ser atribuídas aos funcionários diretos como mestres de obras, pedreiros e auxiliares.

São diretrizes que incluem a caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação dos resíduos sólidos, onde a empresa construtora deverá dispor de um profissional qualificado para ministrar cursos de capacitação dos funcionários diretos de maneira efetiva, anteriormente e durante a execução da obra, podendo ocorrer por meio de cursos periódicos, cartilhas ilustrativas ou banners, etc., distribuídos no canteiro para que, inicialmente, os resíduos sejam selecionados de maneira correta para serem destinados aos seus fins legais.

De acordo com a Resolução nº 307/2002, em seu art. 4º, este alterado pela Resolução nº 448/2012: “Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2012, p.4).

Os objetivos do modelo de PGRCD são, primeiramente, como forma de cumprimento da legislação específica e posteriormente, para que se torne uma prática contínua de sensibilização de todos os envolvidos, visto que os problemas com descarte de resíduos em locais inadequados resultam em risco a saúde

humana e danos às áreas naturais como a obstrução de boca de lobos, sedimentação de lagos, rios, proliferação de insetos e outras.

7.3.4.5 Critério de livre escolha: madeira plantada ou certificada

Tem por finalidade reduzir a demanda por madeiras nativas de florestas não manejadas pela promoção do uso de madeira de espécies exóticas plantadas ou madeira nativa certificada. Compromisso de uso de madeira plantada de espécies exóticas ou madeira certificada (CEF, 2010).

Documentação necessária:

- Memorial descritivo especificando o uso de madeira de espécies exóticas que são necessariamente plantadas – como o eucalipto, o pínus, a teca ou outras nativas certificadas pelo FSC13 ou Cerflor14, em todas as etapas da construção e apresentando as quantidades estimadas;
- Declaração de compromisso do proponente de uso exclusivo destes produtos na obra.

As madeiras utilizadas no canteiro de obra seriam de origem legal de espécies que provêm do corte autorizado pelo órgão ambiental competente e que possuem o documento de licença de transporte e armazenamento (DOF, GF, GCA ou afins), acompanhada da Nota Fiscal correspondente.

7.3.5 Categoria: gestão da água

A gestão da água em edifícios é indispensável para um uso mais sustentável deste insumo, pois contribui para mitigar os problemas de escassez, amenizar a poluição em águas superficiais e profundas e, ainda, reduzir os riscos de inundação em centros urbanos (CEF, 2010).

7.3.5.1 Critério obrigatório: medição individualizada – Água

Possibilitar aos usuários o gerenciamento do consumo de água de sua unidade habitacional, de forma a facilitar a redução de consumo. O indicador é a existência de sistema de medição individualizada de água.

Documentação necessária:

- Inclusão de toda a documentação técnica (projetos, memorial descritivo com as especificações técnicas, planilha orçamentária e cronograma), atendendo às recomendações da concessionária local, às normas técnicas da ABNT e dos fabricantes qualificados pelo PBQP-H.

Cada unidade possui um registro de medição de entrada de água.

7.3.5.2 Critério de obrigatório: dispositivos economizadores – Bacia Sanitária

Proporcionar a redução do consumo de água. A contestação de seguimento do critério será feita a partir da existência, em todos os banheiros e lavabos, de bacia sanitária dotada de sistema de descarga com volume nominal de seis litros e com duplo acionamento.

Documentação necessária:

- Inclusão de toda a documentação técnica (projetos, memorial descritivo com as especificações técnicas, planilha orçamentária e cronograma), atendendo às normas técnicas da ABNT e de fabricantes qualificados pelo PBQP-H;
- Existência de orientações quanto ao uso e à manutenção da tecnologia no manual do proprietário.

As unidades possuem bacias sanitárias com caixa acoplada com fluxo de descarga de duplo acionamento de 3/6 litros.

7.3.5.3 Critério de escolha livre: dispositivos economizadores – Arejadores

Item que visa proporcionar a redução do consumo de água e maior conforto ao usuário, propiciado pela melhor dispersão do jato em torneiras. A avaliação do item será feita a partir da existência de torneiras com arejadores nos

lavatórios e nas pias de cozinha das unidades habitacionais e áreas comuns do empreendimento (CEF, 2010).

Os dispositivos são componentes simples e de baixo custo, e seriam instalados arejadores em todos os pontos de consumo, tendo o cuidado de compatibilizar o componente especificado com os níveis de pressão do local em que será instalado.

Além da redução do consumo de água, consequentemente se reduz o volume de esgotos a ser coletados e tratados, o que contribui para a preservação da qualidade das águas superficiais.

7.4.5.4 Critério de livre escolha: aproveitamento de águas pluviais

Reduzir o consumo de água potável para determinados usos, tais como em bacia sanitária, irrigação de áreas verdes, lavagem de pisos, lavagem de veículos e espelhos d'água. Existência de sistema de aproveitamento de águas pluviais independente do sistema de abastecimento de água potável para coleta, armazenamento, tratamento e distribuição de água não potável com plano de gestão, de forma a evitar riscos para a saúde. O sistema deverá apresentar redução mínima de 10% no consumo de água potável.

Documentação necessária:

- Projeto do sistema de captação, reserva e distribuição, com a descrição do sistema de tratamento;
- Memorial de cálculo do aproveitamento da água pluvial e capacidade do reservatório;
- Projeto de comunicação visual (cores diferenciadas de tubulações, avisos nos pontos de utilização);
- Manual de uso e operação;
- Inclusão de toda a documentação técnica (projetos, memorial descritivo com as especificações técnicas, planilha orçamentária e cronograma), em conformidade com a NBR 15527 (Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não - potáveis - requisitos).

Implantaria um sistema de captação de água simplificado (fácil manutenção), no qual, conteria um reservatório de 1000L e canos de PVC de

100mm de diâmetro sem filtro, que será inserido em um orifício na abertura do reservatório e a utilização de blocos de concreto para proporcionar o desnível entre a caixa e o chão, necessário para haver pressão na mangueira de irrigação.

A área do telhado para a captação é de aproximadamente 23m² e foi levado em conta um volume de chuva aproximado de 40mm/t, suficiente para suprir a necessidade para utilização na irrigação externa.

A partir do consumo de água potável mínimo de 10.000L, a captação de água pluvial resultará em uma redução de 10% do volume ao utilizar uma caixa d'água de 1000L. A Figura 26 apresenta um exemplo de instalação do sistema de forma simples que proporcionaria baixo custo de execução e fácil limpeza.

Figura 26 – Cisterna aparente para captação de água pluvial.



Fonte: DAEMON, 2016.

7.3.5.5 Critério obrigatório: áreas permeáveis

Segundo o Guia (CEF, 2010) o critério tem como objetivo manter, tanto quanto possível, o ciclo da água com a recarga do lençol freático, prevenir o risco de inundações em áreas com alta impermeabilização do solo e amenizar a solicitação das redes públicas de drenagem urbana. O indicador será a existência de áreas permeáveis em, pelo menos, 10% acima do exigido pela legislação local.

O loteamento está localizado em uma grande área permeável e próximo ao rio, em razão disso, tem bom escoamento superficial e subterrâneo de água pluvial. O projeto foi planejado para habitações unifamiliares, onde cada unidade está inserida em lotes com uma extensa área de cobertura vegetal.

7.3.6 Categoria: práticas sociais

A categoria “Práticas sociais” busca promover a sustentabilidade do empreendimento por meio de ações que abranjam os diversos atores envolvidos, voltadas à ampliação da consciência ambiental, e possam contribuir para a redução de algumas desigualdades sociais (CEF, 2010).

7.4.6.1 Critério obrigatório: educação para gestão de RCD

Realizar atividades educativas e de mobilização para os empregados envolvidos no empreendimento tendo em vista a execução das diretrizes do plano. O indicador desse critério é a existência de plano educativo sobre a gestão de RCD (CEF, 2010).

Documentação necessária:

- Plano educativo sobre a gestão de RCD;
- Relatório e demais documentos necessários para a comprovação da execução do plano educativo.

Esta atividade está vinculada e deve ser realizada juntamente com o critério “Gestão de resíduos de construção e demolição” da categoria “Conservação de recursos materiais” (CEF, 2010).

O modelo de PGRCD contemplará este critério, haja vista que para ser implementado deverá haver a capacitação dos envolvidos.

As atividades podem conter aulas expositivas, demonstrações realizadas por um instrutor e atividades práticas realizadas pelo trabalhador no próprio canteiro de obras. O material didático, as ferramentas para aprendizagem utilizadas e os recursos disponibilizados podem envolver apostilas, vídeos ilustrativos e os dispositivos (equipamentos, ferramentas, sinalizações, equipamentos de proteção

individuais - EPI) necessários à triagem, ao recolhimento, ao acondicionamento e ao transporte dos resíduos.

7.3.6.2 Critério obrigatório: educação ambiental dos empregados

Segundo o manual da Caixa Econômica Federal (CEF, 2010), o objetivo deste critério é prestar informações e orientar os trabalhadores sobre a utilização dos itens de sustentabilidade do empreendimento, notadamente sobre os aspectos ambientais. Indicador de cumprimento do critério será a existência de plano de atividades educativas, para os empregados, sobre os itens de sustentabilidade do empreendimento.

Documentação necessária:

- Plano de educação ambiental a ser implantado, totalizando a carga horária mínima de quatro horas e abrangência de 80% dos empregados;
- Relatório e demais documentos necessários para a comprovação da execução do plano de educação ambiental para os empregados.

Os trabalhadores devem receber informações sobre os diferenciais da implementação de práticas adotadas de prevenção e minimização de impactos ambientais como: redução dos desperdícios dos recursos naturais e energéticos, e suas implicações ao meio ambiente, no que se refere à economia de materiais e qualidade de obra. Seriam confeccionados materiais de comunicação com finalidade educativa, como cartilhas e murais fartamente ilustrados.

7.3.6.3 Critério obrigatório: orientação aos moradores

Prestar informações e orientar os moradores quanto ao uso e à manutenção adequada do imóvel, considerando-se os aspectos de sustentabilidade previstos no projeto. A avaliação será feita através da existência de ao menos uma atividade informativa sobre os aspectos de sustentabilidade previstos no empreendimento, que inclua a distribuição do manual do proprietário (ilustrado, didático e com conceitos de sustentabilidade), a ser disponibilizado até a entrega do referido empreendimento (CEF, 2010).

Documentação necessária:

- Minuta do manual do proprietário;
- Plano da ação informativa a ser desenvolvida com os moradores;
- Relatório e demais documentos necessários para a comprovação da execução do plano da ação informativa com os moradores, como a relação de participantes, fotos, ata da reunião etc.

Com a ação de orientar os futuros moradores quanto ao uso e manutenção da edificação, pretendem-se proporcionar espaços de discussão e informação que estimulem a reflexão e a mudança de comportamento, baseados no conhecimento das alternativas sustentáveis adotadas ao empreendimento (CEF, 2010).

Serão elaboradas diretrizes pós-ocupação propostas em um Manual do Morador, contendo instruções para uso dos ambientes e equipamentos da unidade.

O Manual do proprietário esclarece uma série de características do sistema estrutural, o que exige cuidados na demolição de parede e sua ampliação. O manual representa um projeto que tem como objetivo contribuir para sustentabilidade do projeto habitacional.

Para concretização das ações mencionadas nos itens: 7.3.4.4 (Gestão de resíduos de construção e demolição; 7.3.6.1 (Educação para gestão de RCD); 7.3.6.2 (Educação ambiental dos empregados) e 7.3.6.3 (Orientação aos moradores), incluiria-se o valor de R\$ 2.000,00 no orçamento final da obra com o Selo que seriam utilizados para a impressão de papéis, compra de acessórios e outros elementos essenciais para a Gestão de RCD, a educação ambiental dos funcionários e moradores.

7.4 ATENDIMENTO AOS ITENS PROPOSTO DO SELO

Dentre os objetivos deste trabalho, pretendeu-se submeter à avaliação da certificação Selo Casa Azul, a proposta de unidades configuradas com materiais alternativos ambientalmente corretos. No decorrer da pesquisa, foram verificados os 53 critérios, visando identificar os que poderiam ser atendidos adequadamente.

Utilizou-se o manual do Selo da CEF como meio de embasamento durante todo o processo de estudo dos critérios.

Conforme a verificação, o conjunto habitacional Jardim dos Ipês em sua nova configuração atende aos 19 critérios obrigatórios e, não 6, mas, 7 critérios de livre escolha, adquirindo o nível de gradação do Selo Casa Azul nível Prata.

O valor total da implantação do condomínio Jardim dos Ipês, em 2011, foi de R\$ 6.949.125,38. Para a construção de unidades habitacionais com a implantação de materiais alternativos, demais dispositivos e produção de material para a educação ambiental atingiria o valor de R\$ 6.883.684,06 o que refletiu em uma redução estimada em R\$ 65.441,32.

Ressalta-se que para a mensuração dos custos de unidades com o Selo Casa Azul, não considerou-se os custos com mão de obra para a instalação dos materiais de caráter sustentável.

O Quadro 10 apresenta o resumo dos itens atendidos do Selo que levaram a gradação do nível Prata para o condomínio Jardim dos Ipês.

Quadro 10 – Atendimento dos critérios selecionados do Selo Casa Azul.

QUADRO RESUMO - CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO		
Nome do empreendimento:		
Loteamento/condomínio: condomínio		
Quantidade de unidades: 112		
Local: Forquilha, SC		
Nível obtido: Prata		
Quantidade de critérios atendidos: 25		
CATEGORIAS	CLASSIFICAÇÃO	
1 QUALIDADE URBANA	Avaliação	Críticos atendidos
1.1 Qualidade do entorno – Infraestrutura	obrigatório	atendido
1.2 Qualidade do entorno – Impactos	obrigatório	atendido
1.3 Melhorias no entorno	livre escolha	
1.4 Recuperação de áreas degradadas	livre escolha	
1.5 Reabilitação de imóveis	livre escolha	
2 PROJETO E CONFORTO		
2.1 Paisagismo	obrigatório	atendido
2.2 Flexibilidade de projeto	livre escolha	atendido
2.3 Relação com a vizinhança	livre escolha	
2.4 Solução alternativa de transporte	livre escolha	
2.5 Local para coleta seletiva	obrigatório	atendido
2.6 Equipamentos de lazer, sociais e esportivos	obrigatório	atendido
2.7 Desempenho térmico – Vedações	obrigatório	atendido
2.8 Desempenho térmico – Orientações ao Sol e Ventos	obrigatório	atendido
2.9 Iluminação natural de áreas comuns	livre escolha	
2.10 Ventilação e iluminação natural de banheiros	livre escolha	atendido
2.11 Adequação às condições físicas do terreno	livre escolha	

(Continua)

3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA		
3.1 Lâmpadas de baixo consumo – Áreas privativas	obrigatório para HIS até 3 s.m	atendido
3.2 Dispositivos economizadores – Áreas comuns	obrigatório	atendido
3.3 Sistema de aquecimento solar	livre escolha	atendido
3.4 Sistema de aquecimento á gás	livre escolha	
3.5 Medição individualizada - Gás	obrigatório	atendido
3.6 Elevadores eficientes	livre escolha	
3.7 Eletrodomésticos eficientes	livre escolha	
3.8 Fontes alternativas de energia	livre escolha	
4 CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS		
4.1 Coordenação modular	livre escolha	
4.2 Qualidade de materiais e componentes	obrigatório	atendido
4.3 Componentes industrializados ou pré- fabricados	livre escolha	atendido
4.4 Formas e escoras reutilizáveis	obrigatório	atendido
4.5 Gestão de resíduos de construção e demolição	obrigatório	atendido
4.6 Concreto com dosagem otimizada	livre escolha	
4.7 Cimento de alto-forno (CPIII) e Pozolânico (CPIV)	livre escolha	
4.8 Pavimentação com RCD	livre escolha	
4.9 Facilidade de manutenção da fachada	livre escolha	
4.10 Madeira plantada ou certificada	livre escolha	atendido
5 GESTÃO DA ÁGUA		
5.1 Medição individualizada - Água	obrigatório	atendido
5.2 Dispositivos economizadores – Sistema de descarga	obrigatório	atendido
5.3 Dispositivos economizadores – Arejadores	livre escolha	atendido
5.4 Dispositivos economizadores – Registro regulador de vazão	livre escolha	
5.5 Aproveitamento de águas pluviais	livre escolha	atendido
5.6 Retenção de águas pluviais	livre escolha	
5.7 Infiltração de águas pluviais	livre escolha	
5.8 Áreas permeáveis	obrigatório	atendido
6 PRÁTICAS SOCIAIS		
6.1 Educação para gestão de RCD	obrigatório	atendido
6.2 Educação ambiental dos empregados	obrigatório	atendido
6.3 Desenvolvimento pessoal dos empregados		
6.4 Capacitação profissional dos empregados		
6.5 Inclusão de trabalhadores locais		
6.6 Participação da comunidade na elaboração do projeto		
6.7 Orientação aos moradores	obrigatório	atendido
6.8 Educação ambiental dos moradores		
6.9 Capacitação para gestão do empreendimento		
6.10 Ações para mitigação de riscos sociais		
6.11 Ações para geração de empregos e renda		

A construção de unidades habitacionais de interesse social adotando os critérios do Selo Casa Azul incorpora benefícios de ordem econômica e ambiental

que ao trabalhar aspectos culturais pode melhorar também a questão social de quem reside nas mesmas.

Os critérios em sua maioria são indispensáveis e de fácil execução, caso o projeto tenha por finalidade se adequar a um padrão sustentável. Existe uma necessidade eminente de adequação de projetos residenciais a sustentabilidade, que visem diretamente à preservação dos recursos naturais. O Selo Casa Azul apresenta critérios atingíveis em sua maioria e eficazes em suas propostas. Se atendidos adequadamente, promovem um bom desempenho ambiental do conjunto habitacional.

No estudo de caso do condomínio Jardim dos Ipês, alguns critérios não são destinados para casas populares como, por exemplo, a existências de retenção e infiltração de água pluvial ou instalação de elevadores eficientes. Já outros critérios, não adequaram-se ao local de implantação do loteamento como, por exemplo, melhorias do entorno, solução alternativa de transporte ou adequação às condições físicas do terreno.

É importante ressaltar que na categoria das práticas sociais foram somente selecionados os critérios obrigatórios, levando em conta que para o cumprimento dos critérios de livre escolha, por exemplo, a educação ambiental dos moradores, exigiria uma demanda de recursos materiais, pessoal e financeiro, além de logística para desenvolver as atividades. Ainda, a construtora deveria destinar um profissional compromissado somente com o processo de educação ambiental e capacitação dos funcionários nos canteiros de obra.

Mas, entende-se que somente o atendimento dos critérios obrigatórios contribui para a iniciação do processo de práticas de gerenciamento de RCD e educação ambiental.

Contudo, para a seleção dos critérios de livre escolha da categoria de práticas sociais, a construtora interessada em adquirir o Selo da CEF deverá considerar tais ações relevantes sobre o ponto de vista ambiental, principalmente, quando a mesma tem como missão preservar e conservar o meio ambiente, inicialmente, por meio de orientação da população quanto aos impactos ambientais a partir das ações destes e também, das próprias atividades da empresa.

8 CONCLUSÃO

As questões relacionadas aos impactos ambientais oriundos das atividades do setor da construção civil levou a idealização deste trabalho. A indústria da construção civil tem importante papel na economia local como a geração de emprego, renda, bem como na produção de infraestruturas essenciais para os serviços básicos da população.

Este trabalho estudou o sistema construtivo do conjunto habitacional Jardim dos Ipês lançado em 2013 pela PMCMV e propôs a implantação de materiais alternativos de caráter sustentável que contribuam para a redução de minimizem os impactos ao meio ambiente.

Na aplicação da certificação Selo Casa Azul, ocorreu a complementação de outros elementos, como por exemplo: o sistema de captação da água pluvial; uso de lâmpadas LED; arejadores de fluxo de água nas torneiras que reduzem as despesas mensais de seus residentes, bem como pode promover a conscientização de empreendedores e moradores incentivando o uso racional de recursos naturais.

Os materiais alternativos foram selecionados de acordo com as suas características técnicas, visando proporcionar o maior desempenho ambiental das unidades. O custo final estimado da implantação de um conjunto habitacional com Selo Casa Azul nível Prata reduziu R\$ 65.441,32.

A instalação de painéis pré-moldados de EPS reduz o tempo de conclusão das obras, limpeza e organização dos canteiros de obras, fácil manuseio, redução, significativamente, do custo da fundação e durabilidade de uma obra convencional de tijolos, mais de 60 anos, além de proporcionar isolamento térmico e acústico, esta que é fundamental para casas do tipo geminadas porque oferece privacidade.

A escolha da telha reciclada de embalagens de longa vida tem vida útil de, no mínimo, 30 anos e para a sua fabricação, utilizam-se resíduos de embalagens que poderiam ser enterrados nos aterros sanitários. Além de contribuir para a coleta seletiva e cooperativas de catadores que vendem este material para as indústrias papéis, o ciclo de vida das embalagens foi pensado para o aproveitamento total e permanente da matéria-prima. As características como a

aparência metalizada auxiliam na reflexão de boa parte dos raios solares, favorecendo o conforto térmico ao interior da unidade.

Os materiais de construção propostos são alternativas que existem no mercado e apresentam custos inferiores que os convencionais. Porém, o desconhecimento destes produtos disponíveis no mercado por partes das revendas de materiais e das construtoras, além de determinados critérios estéticos já adotados historicamente nas edificações, acabam excluindo estas opções. Como exemplo, em razão da estética das telhas recicladas de embalagens longa vida (metálica) e também, por não dispor de fornecedores na região de Criciúma, tanto de telhas recicladas quanto de painéis de EPS, estes materiais não são adotados nas construções.

Entretanto, tais materiais foram indicados neste trabalho, levando em conta a divulgação dos benefícios, por parte de construtoras licenciadas para construir conjuntos de habitações de interesse social, poderá haver a demanda destes produtos destinados para a região, possibilitando que se tornem um modelo construtivo. Despertará o interesse dos fornecedores em expandir o seu comércio e disseminará as vantagens do uso de telhas recicladas e painéis pré-moldados nas revendas locais e regionais.

Quanto a aplicabilidade da certificação ambiental, o Selo Casa Azul, é elegível a candidatura de projetos habitacionais de empresas privadas ou públicas, cooperativas, associações e entidades de movimentos sociais e a sua adesão é voluntária, exigindo somente o pagamento de uma taxa de avaliação de documentos.

Portanto, o que se observa na região de Criciúma, que não possuem nenhum uma obra certificada, é a ausência de incentivo por parte da Caixa Econômica Federal, haja vista que a mesma está preparada para atender qualquer empresa interessada e contempla informações para suporte de certificação Selo Casa Azul. Observou-se que o cumprimento dos critérios foi de fácil compreensão e viável, no qual, possibilita a empresa optar em atender mais critérios de livre escolha.

O trabalho visou propor um modelo de Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição (PGRCD) como maneira de orientar as construtoras e seus funcionários atuantes no canteiro de obra, bem como para o

cumprimento legal e incentivo as boas práticas, por meio de diretrizes educativas de sensibilização ambiental. Também, contribuiu para o cumprimento o critério de gestão de RCD e na categoria práticas sociais.

A qualidade do edifício depende da qualidade de uma cadeia de ações, que se inicia na concepção do projeto, na seleção de materiais e fornecedores, na atividade de construção, na educação dos usuários e operadores, exigindo um compromisso e conhecimentos de toda a empresa, da direção às equipes terceirizadas. Neste sentido, os melhores resultados são obtidos por empresas que adotam sistemas de gestão da qualidade, equipes treinadas e motivadas, além de especificações técnicas corretas.

As diretrizes para alcançar a sustentabilidade, seja no meio urbano ou rural, exige a junção de diversas áreas de atuação de profissionais, pois para o cumprimento de critérios de certificações ambientais, são necessários conhecimentos das áreas sociais, ambientais, econômicas, além de lidar diretamente com a cultura do local e dos moradores que ocuparam as edificações.

Os profissionais envolvidos direto ou indiretamente enfrentarão situações, no qual, apenas o conhecimento técnico não minimizará os impactos sociais e para atender as expectativas do público alvo, deverão desenvolver estratégias de diálogo e convencimento para auxiliar no processo de aceitação das novas técnicas construtivas que frequentemente são desprezadas somente por falta de conhecimento mínimo quanto aos benefícios em longo prazo.

Observou-se que através do estudo é possível construir uma habitação social, ambientalmente correta, socialmente justa e economicamente viável desde que as empresas construtoras tenham o conhecimento quanto às certificações que dão diretrizes para alcançar estas metas.

Além disso, os profissionais como os engenheiros, arquitetos urbanistas e os demais, podem e devem trabalhar juntamente para discutir conceitos de sustentabilidade, soluções e alternativas para a redução de impactos ambientais e custos, além de encontrar meios para a aceitação das novas medidas de caráter sustentável nos aspectos sociais e culturais.

A partir deste trabalho, foi possível constatar a ausência ou insuficiência de informação transmitida aos moradores quanto a funcionalidade dos sistemas propostos, como o SAS de água do chuveiro, existente nas atuais unidades

habitacionais. Essa carência de conhecimento influencia para o não desfrute dos benefícios preestabelecidos no projeto inicial e poderá resultar no desperdício de dinheiro público investido para estes sistemas e outros.

Portanto, percebe-se a importância do comprometimento do órgão público, responsável pela obra social, em capacitar os profissionais atuantes no mesmo, para orientar os moradores neste sentido.

Por fim, a escolha adequada de materiais de construção que proporcionem qualidade da obra, bem estar do morador e minimização de impactos ambientais, é uma etapa importante de planejamento, pois visa adequar a moradia ao local e as necessidades dos residentes.

O mesmo se aplica no planejamento para definir o local de implantação de um empreendimento, pois este deverá estar contido no plano diretor e oferecer infraestruturas básicas, caso contrário, os futuros moradores se encontraram em locais de vulnerabilidade ambiental, podendo ocasionar problemas relacionados à saúde, além do fato de que própria obra poderá maximizar os danos preexistentes.

A determinação do local adequado é extremamente importante e deverá ser a primeira etapa do planejamento no projeto habitacional. O Engenheiro Ambiental ou Engenheiro Ambiental e Sanitarista tem formação multidisciplinar no que diz respeito ao estudo prévio dos fatores ambientais de risco da futura área, bem como no ponto de vista da vulnerabilidade social, pois, tem competência para minimizar os conflitos sociais, além disso, facilidade na comunicação com outros profissionais. E também, contempla da técnica de estimar custos e prazos de projetos para diferentes finalidades.

Para dar continuidade aos trabalhos na área da construção sustentável com caráter interdisciplinar entre arquitetura e urbanismo, engenharia ambiental e sanitária, engenharia civil, é importante trazer para análise, em trabalhos futuros, sobre substituição de materiais, os conceitos de redução da pegada de carbono, da pegada hídrica e a análise do ciclo de vida.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15569:** Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e instalação. Primeira edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. **NBR 15220:** Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do teor de calor solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

_____. **NBR 15220:** Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

_____. **NBR 15575:** Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 4: Sistemas de Vedações Verticais Internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ABRAPEX. Associação Brasileira do Poliestireno Expandido . **O que é EPS.** São Paulo, 2016. Disponível em:<<http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2014.** 2014. Disponível em:<<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da Água da Chuva para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES).** 2005. 150 f. Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo. Dissertação de Mestrado - Engenharia Ambiental. Disponível em:<http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6582_VERS%C3O%20final%20-%20Karla%20Ponzo.PRN.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2016.

AOD Brasil. **Catálogo lâmpada LED. 2016.** Disponível em:<http://www.aodbrasil.com/aod/portugues/imprensa/catalogos/LED_CFL_Lampadas-Incandescentes.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2016.

ARAÚJO, D.C.; MORAIS, C. R. S.; ALTIDES, M. E. D. Avaliação mecânica e físico-química entre telhas convencionais e alternativas usadas em habitações populares. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 3.2, p. 50-56, Campina Grande - PB, 2008. Disponível em:<<http://www2.ufcg.edu.br/revistaremap/index.php/REMAP/article/viewFile/70/97>>. Acesso em: 24 abr. 2016.

AVALIAÇÃO ambiental. Revista TÉCNICA. São Paulo, 2009. Disponível em:<<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/imprime77962.asp>>. Acesso em: 11 mar. 2016.

AULICINO, Patrícia. **Análise de métodos de avaliação de sustentabilidade do ambiente construído**: o caso dos conjuntos habitacionais. São Paulo, 2008. 157 f. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Dissertação – Dissertação de Mestrado - Engenharia de Construção Civil e Urbana. Disponível em:<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-09022009-185405/publico/TextoDissertacaoPatricia.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2016.

BARBO, André R. de C.; SHIMBO, Ioshiaqui. Uma reflexão sobre o padrão mínimo de moradia digna no meio urbano brasileiro. Estudo dos métodos de cálculo da Fundação João Pinheiro e da Fundação SEADE. **Estudos urbanos e regionais**, v.8, nº. 2, nov. 2006. Disponível em:<<http://unuhospedagem.com.br/revista/rbeur/index.php/rbeur/article/view/163/147>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

BERTOLDI, Renato H. **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de Poliestireno Expandido e telas de aço**: dois estudos de caso em Florianópolis. 2007. 144 f. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Dissertação de Mestrado – Engenharia Civil. Disponível em:<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89757/241196.pdf?sequence=>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Poliestireno**. Rio de Janeiro: BNDES, 2002. 21 p. Área e Operações Industriais 1 - AO1. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/poliesti.pdf> Acesso em: 04 abr. 2016

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho das edificações e a sua importância para o setor da construção civil**. São Paulo, 2008. 263 f. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado – Engenharia Civil. Disponível em:<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-25092008-094741/pt-br.php>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

BRASIL. Governo Federal. **Sustentabilidade**. Brasília, 2015a. Disponível em:<<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/10/seis-aco-es-sustentaveis-do-minha-casa-minha-vida-em-condominios-populares>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

BRASIL. Governo Federal. **Habitação**. Brasília, 2015b. Disponível em:<<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/10/seis-aco-es-sustentaveis-do-minha-casa-minha-vida-em-condominios-populares>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Instrução Normativa 01, de 19 de janeiro de 2010**. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências. Diário Oficial da União: 25 maio 2010. Disponível em:<<http://www.comprasnet.gov.br/legislacao/legislacaoDetalhe.asp?ctdCod=295>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda 21 brasileira**: resultado da consulta nacional. Brasília: 2. ed., 2004a, 158 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/consulta2edicao.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Política Nacional de Habitação**. 2004b. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/4PoliticaNacionalHabitacao.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Apostila - Estilos de vida sustentáveis**. Ambiente virtual de aprendizagem. Brasília, 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 348, de 16 agosto de 2004**. “Altera a Resolução CONAMA nº 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos”. Diário Oficial da União: 17 de agosto de 2004. Brasília/DF, 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>. Acesso em: 16 abr. de 2016.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012**. “Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10, 11 da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA”. Brasília/DF, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 307, de 5 de junho de 2002**. “Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.” Brasília/DF, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

BRAUN, Ricardo. **Novos paradigmas ambientais**: desenvolvimento ao ponto sustentável. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008. 182 p.

CAMPOS, Felipe H. Z. **Análise do ciclo de vida na construção civil: um estudo comparativo entre vedações estruturais em painéis pré-moldados e alvenaria em blocos de concreto**. 2012. 123 f. Universidade Federal de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado – Construção Civil. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/ISMS-8XVK6S/dm___felipe_2012_rev02.pdf?sequence=1>. Acesso em: 13 mar. 2016.

CARBONÍFERA CATARINENSE. **Projeto de revegetação de áreas degradadas pela mineração de carvão, no município de Lauro Müller – SC**. Içara, 2005. Disponível em: <<https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/conteudo/catarinense/prads/set2010/Area%2013.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

CARDOSO, Afrodite da C. F. **Estimativa de geração de resíduos da construção civil nos municípios de Criciúma e Içara e estudo de viabilidades de usinas de**

triagem e reciclagem. 2011. 107 f. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Dissertação de Bacharel – Engenharia Ambiental. Disponível em:<<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1343/1/Afrodite%20da%20Concei%C3%A7%C3%A3o%20Fabiana%20Cardoso.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

CARDOSO, Francisco F.; ARAÚJO, Miranda. **Levantamento do estado da arte:** canteiro de obras. Projeto Finep Habitare, nº 2386/04. São Paulo, 2007. 38 p. Disponível em:<https://issuu.com/gcolombo/docs/pp_levantamento_do_estado_da_arte_canteiro_de_obra>. Acesso em: 03 abr. 2016.

CARVALHO, Carlos Vitor. de A., MARTHA, Luiz Fernando. **FLUXO DE VENTO.** Programa para estudo do conforto em ambientes construídos. Grupo de Tecnologia em Computação Gráfica -Tecgraf/PUC-Rio), 2005. Disponível em:<<http://webserver2.tecgraf.puc-rio.br/etools/fluxovento/>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

CARVALHO, Paulo E. R. **Pata-de-Vaca.** Circular Técnica: EMBRAPA, 2003. Disponível em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42079/1/CT0074.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Embalagens longa vida.** Fichas técnicas. 2016. Disponível em:<<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/9/embalagens-longa-vida>>. Acesso em: 24 abr. 2016.

CEF. CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul:** manual de boas práticas para habitações mais sustentáveis. Editora e Gráfica: Páginas & Letras. São Paulo, 2010. Disponível em:<http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_azul/Selo_Casa_Azul.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

CERQUEIRA, Mário Henrique de. **Placas e telhas produzidas a partir da reciclagem do polietileno/alumínio presentes nas embalagens TetraPak.** Artigos Técnicos, TetraPak, 2003. Disponível em:<<http://cempre.org.br/download.php?arq=b18xOTVhN2d0MjAxdWwwMW51YW5tYjFmZGhtNnZhLnppcA==>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

CIASC. Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina. **Mapa interativo de Santa Catarina - Forquilha/SC.** 2016. Disponível em:<<http://www.mapainterativo.ciasc.gov.br/sc.phtml>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

COCAL MADEIRA PLÁSTICA. **Entrevista de custos.** Cocal do Sul/SC. Março, 2016.

COELHO, Laurimar. Certificação ambiental. **Revista TÉCNICA**, São Paulo, Ed. 155, fev. 2010. Disponível em:<<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/155/artigo287728-1.aspx>>. Acesso em: 13 mar. 2016.

CALIJURI, Maria do C.; CUNHA, Davi G. F. **Engenharia ambiental:** conceitos, tecnologia e gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 789 p.

CONSTRUTORA CARLESSI. **Tabelas orçamentárias do Condomínio Jardim dos Ipês**. Cidade Alta. Forquilha, SC. Financiamento CEF, 2011.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil**. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Minas Gerais/MG: 2009. 68 f. Monografia - Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20Civill.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2016.

CSN. COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL. Ação civil pública nº. 93.8000533-4. Processo de Execução nº. 2000.72.04.002543-9. **Recuperação ambiental de áreas impactadas pelas atividades de exploração de carvão em Santa Catarina**. 2013. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/2013/rel_empresas/csn/campomorozeni/csn_campo_morozeni_2974-2B.htm>. Acesso em: 21 abr. 2016.

CUNHA, Érica C. **Placas recicladas de embalagens longa vida**: caracterização, design e propostas projetuais. São Carlos, 2011. 261 f. Escola de Engenharia São Carlos - Universidade de São Paulo – USP. Doutorado – Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-08052012-093150/pt-br.php>>. Acesso em: 24 abr. 2016.

DAEMON, Carol. **A casa sustentável é mais barata - parte 06 (captação de águas pluviais)**. 2016. Disponível em: <<http://caroldaemon.blogspot.com.br/2011/05/casa-sustentavel-e-mais-barata-parte-06.html>>. Acesso em: 21 mai. 2016.

DEGANI, Clarice Menezes. **Modelo de gerenciamento da sustentabilidade de facilidades construídas**. São Paulo, 2010. 235 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica de Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-13082010-154503/pt-br.php>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

DUARTE, Ana P. **Construção sustentável**: oportunidades e boas práticas. Semana Europeia da Energia Sustentável, 2011.

ECOPEX. Materiais ecológicos. **Madeira Plástica / Madeira Ecológica**. 2014. Disponível em: <<http://www.ecopex.com.br/madeira-plastica/>>. Acesso em: 09 junh. 2016.

ECOPLEX. Materiais Ecológicos. **Telha Ecológica Tetra Pak**. 2016. Disponível em: <<http://www.ecopex.com.br/telhas-e-placas/telha-ecologica-tetra-pak/>>. Acesso em: 7 mar. 2016.

ELETROBRÁS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. **Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil**. Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso – ano-base- 2005 – Classe residencial. Rio de Janeiro: Eletrobras/ Procel, 2005. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/services/Document>>

Management/FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID=%7B2FC65B57-33B1-47F7-AB3A-E44B1A18DF5D%7D&ServiceInstUID=%7B5E202C83-F05D-4280-9004-3D59B20BEA4F%7D>. Acesso em: 19 abr. 2016.

ENGEPLUS Telecom. Geral - Ao todo, 112 casas foram construídas e beneficiarão famílias carentes. 2013. Disponível em: <<http://www.engeplus.com.br/noticia/geral/2013/chaves-do-residencial-jardim-dos-ipes-em-forquilha-serao-entregues-nesta-se/>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

ESTADO do Mundo 2015. **Ameaças Veladas à Sustentabilidade:** Como Enfrentar. Salvador, BA: Worldwatch Institute - WWI, 1º ed., 2015. 192 p. Tradução: Claudia Strauch. Disponível em: <http://www.wwi.org.br/ESTADO_DO_MUNDO_2015.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2016.

FUNDAF. FUNDAÇÃO AMBIENTAL MUNICIPAL DE FORQUILHINHA. **Coleta Seletiva.** 2015. Disponível em: <<http://www.forquilha.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/52301>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

FERNANDES, Bruna M. B. et al. Habitação de interesse social em Criciúma – SC: análise comparativa de estudos de caso. **Anais...** 3 Seminário Nacional de Construções Sustentáveis. Passo Fundo/RS, novembro, 2014. Disponível em: <https://www.imed.edu.br/Uploads/Habita%C3%A7%C3%A3o%20de%20interesse%20social%20em%20Crici%C3%BAma%20SC_an%C3%A1lise%20comparativa%20de%20estudos%20de%20caso.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2016.

FUNDAÇÃO João Pinheiro. **Déficit habitacional municipal no Brasil.** Centro de Estatística e Informações – Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/deficit-habitacional/216-deficit-habitacional-municipal-no-brasil-2010/file>>. Acesso em: 18 fev. 2016.

GARROCHO, J. S. **Luz Natural e Projeto de Arquitetura:** Estratégias para Iluminação Zenital em Centros de Compras. Brasília, 2005. 129 f. Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Dissertação de Mestrado - Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/Id/Arquitetural/Pesquisa/luz%20natural%20e%20projeto.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4.ed. São Paulo:Atlas, 2002. 176 p.

GLOBAL WOOD. Compensados e madeira. **Compensado plastificado.** Disponível em: <<http://globalwood.com.br/compensado-plastificado-2/>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

GOOGLE EARTH. Google Maps. 2016.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Característica da população e domicílios:** resultado do universo. Rio de Janeiro. 2010a. Disponível

em:<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf>. Acesso em 28 mar. 2016.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Informações estatística - Forquilha/SC**. 2010b. Disponível em:<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=420545&search=santa-catarina|forquilha>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geociências**. 2010c. Disponível em:<http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 10 mai. 2016.

IPT. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Relatório de ensaio nº 890 824**: Determinação de propriedades físicas em amostras de plástico. 2001. Disponível em:<<http://www.ibaplac.com.br/ptbr/certificados.php>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

JF AQUECEDORES Produtos Solares. **Entrevista de custos**. Içara, SC. Março, 2016.

LAMEM. LABORATÓRIO DE MADEIRAS E DE ESTRUTURAS DE MADEIRA. **Relatório técnico**: Ensaio em chapas e telhas de material reciclado. 2001. Disponível em:<<http://www.ibaplac.com.br/ptbr/certificados.php>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

LEROY MERLIN. Loja de departamentos. **Entrevista de custos**. Florianópolis, SC. Março, 2016.

LIMA, Amanda G. C. de.; SILVA, Larissa B. da. **Estudo comparativo de custo entre uma unidade habitacional convencional versus unidade habitacional sustentável com Selo Casa Azul**. 2013. 108 f. Universidade da Amazônia – UNAMA. Graduação – Engenharia Civil. Disponível em:<<http://www.unama.br/graduacao/engenharia-civil/tccs/2013/ESTUDO%20COMPARATIVO%20DE%20CUSTO%20ENTRE%20UMA%20UNIDADE%20HABITACIONAL.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2016.

LOCKS, Alexandra. **Propostas de medidas de gestão de resíduos de construção civil e demolição em empresa construtora de edifícios**. Estudo de caso Residencial Baviera – Criciúma – SC. 2009. 110 f. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Dissertação de Bacharel – Engenharia Ambiental. Disponível em:<<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000040/000040DB.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

MIHELIC, James R.; ZIMMERMAN, Julie B. (Org.). **Engenharia ambiental: fundamentos, sustentabilidade e projeto**. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 617 p.

MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Revista Economia e Desenvolvimento**, nº 16, 2004. Disponível em:<http://w3.ufsm.br/depcie/arquivos/artigo/ii_sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2016.

MOTTA, Mara Luísa A. **Selo Casa Azul CAIXA**. Cases empresariais – CSBCS10. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS, São Paulo, 2010. Disponível em:<http://www.cbcs.org.br/sbcs11/images/palestras/0408_palestras/8_mara_motta.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2016.

MUNDIALTELHAS. **Entrevista sobre custo**. Tubarão, SC. Março, 2016.

NICARETTA, Francielle et al. Produção de telhas a partir da reutilização de embalagens tetra pak e tubos de pasta dental. **Anais...** 26 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2010. Disponível em:<<http://www.cabo.pe.gov.br/pners/CONTE%C3%9ADO%20DIGITAL/RECICLAGEM/PRODU%C3%87%C3%83O%20TELHAS%20-%20TETRA%20PAK%20E%20TUBOS%20DE%20PASTA.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2016.

OLIVEIRA, Leandro Dias de. Os “limites do crescimento” 40 anos depois: Das “Profecias do Apocalipse Ambiental” ao “Futuro Comum Ecologicamente Sustentável”. **Revista Continentes**, Rio de Janeiro/RJ, ano 1, nº.1, 2012. Disponível em:<<http://r1.ufrj.br/revistaconti/pdfs/1/ART4.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2016.

OLIVEIRA, Izes Regina de; MILIOLI, Geraldo. **Sustentabilidade urbana & ecossistema**: relações entre a sociedade, o desenvolvimento e o meio ambiente nos municípios. Curitiba: Juruá, 2014. 201 p

ONU. ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS. **As cidades**: a situação. 2012. Disponível em:<<http://www.onu.org.br/rio20/cidades.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

PERALTA, Gizela. **Desempenho térmico de telhas**: análise de monitoramento e normalização específica. São Carlos, 2006. 131 f. Dissertação de Mestrado – Arquitetura e Urbanismo. Disponível em:<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-16042007-154420/pt-br.php>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

PETERSON, Rúbia C. **Avaliação de parâmetros projetuais e potenciais de reciclabilidade de habitações de interesse social em Criciúma**. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 2013. 228 f. Dissertação de Mestrado – Arquitetura e Urbanismo. Disponível em:<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/123113>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

PETERSON, Rúbia C. **Habitação em Forquilha**: vitalidade e integração social pela qualificação do espaço público e privado. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. 2010. 149 f. Dissertação de Bacharel – Arquitetura e Urbanismo. Disponível em:<<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/00004F/00004F79.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

PMF. PREFEITURA MUNICIPAL DE FORQUILHINHA. **Município**. 2016. Disponível em:<<http://forquilha.sc.gov.br/municipio/index/codMapaltem/5691>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

PMF. PREFEITURA MUNICIPAL DE FORQUILHINHA. Lei Complementar nº. 015, de 11 de agosto de 2011. **Dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo municipal de Forquilha, revogando a Lei nº1207, de 26 de julho de 2006, e de outras providências.** Disponível em:<<http://www.forquilha.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/9991>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

QUIVY, Raymond; CAMPEHOUDT, Luc Van. **Manual de Investigação em Ciências Sociais.** Gradiva: Lisboa, 4. ed. 2005. 143 p. Tradução: João Minhoto Marques, Maria Amália Mendes e Maria Carvalho. Disponível em:<<https://pt.scribd.com/doc/37937019/Quivy-e-Camphenoudt-Manual-de-Investigacao-em-Ciencias-Sociais>>. Acesso em: 10 mai. 2016.

RIOS, Mariana B. C. **Estudo de aspectos e impactos ambientais nas obras de construção do bairro Ilha Pura - Vila dos atletas 2016.** Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola Politécnica, 2014. Graduação em Engenharia Civil. Disponível em:<<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012268.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

ROAF, Susan; FUENTES, Manuel; THOMAS, Stephanie. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável.** Tradução Alexandre Salvaterra. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 408 p.

SABESP. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Uso racional da água.** 2016. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=140>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

SÃO PAULO (ESTADO). SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Cadernos de educação ambiental: habitação sustentável.** São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/cea/files/2014/11/09-habitacao-sustentavel1.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2016.

SEBRAE. SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Eco-Lógica Telhas Tetra Pak.** Centro Sebrae de Sustentabilidade. 2014. Disponível em:<<http://sustentabilidade.sebrae.com.br/portal/site/Sustentabilidade/menuitem.23dec8f3abd1fb4f73042f20a27fe1ca/?vgnnextoid=cb2da b521c510410VgnVCM100000b072010aRCD>>. Acesso em: 24 abr. 2016.

SILVA, Edna L. da; MENEZES, Estera M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005. 138 p.

SILVA, Roberto C. da. **Proposta de melhorias para a fase de projetos de edificações públicas sob o foco da sustentabilidade ambiental:** estudo de caso de um edifício de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) de acordo com o sistema de certificação LEED. Universidade Federal do Paraná. Curitiba: 2012, 174 f. Dissertação de Mestrado - Engenharia de Construção Civil. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/28321/R%20-%20D%20-%20ROBERTO%20CALDEIRA%20DA%20SILVA.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

SILVA, Silas H. da. **Gestão ambiental do canteiro de obras com Produção Mais limpa (P+L). Diretrizes para adequação ao TAC, em uma construtora do Extremo Sul Catarinense.** 2010. 89 p. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Dissertação de Bacharel – Engenharia Ambiental. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000044/00004493.pdf.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

SILVA, Vanessa Gomes da. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros:** diretrizes e base metodológica. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2003. 258 f. Tese – Doutorado em Engenharia de Construção Civil. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/acervos/resumo/codigo_biblio/33327/cod/1>. Acesso em: 17 mar. 2016.

TAVARES, Sérgio Fernando. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras.** Universidade Federal de Florianópolis – UFSC, 2006. 225 f. Tese – Doutorado em Engenharia Civil. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89528/236520.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

TERMOTÉCNICA. **Entrevista sobre custos.** Joinville, SC. Março, 2016.

TERMOTÉCNICA. **Catálogo Monoforte.** São Paulo. 2010. Disponível em: <http://www.termotecnica.ind.br/wp-content/uploads/2013/04/catalogo_monoforte.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2010.

TERMOTÉCNICA. **Sistemas Construtivos Monoforte.** São Paulo, 2012a. Disponível em: <<http://www.termotecnica.ind.br/construcao-civil/monoforte/>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

TERMOTÉCNICA. Painéis monolíticos em concreto. São Paulo: **Revista Técnica**, ed.188, nov. 2012b, p. 64-69. Disponível em: <<http://www.termotecnica.ind.br/wp-content/uploads/2012/12/Techne188.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

UFRGS. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Ventilação cruzada.** Casa E – Sustentabilidade. 2016. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/casae/sistemas/climatizacao/ventilacao-cruzada>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

UNESC. UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE. **Projeto Habitat Saudável e Sustentável:** Qualidade Projetual em Assentamentos Populares – urbanização e habitação. 2010.

UNRIC. CENTRO REGIONAL DE INFORMAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Relatório da ONU.** 2015. Disponível em: <<http://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra-populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050>>. Acesso em: 23 mar. 2016

ANEXOS

ANEXO A – ORÇAMENTOS

Tabela 3 – Orçamento da implantação de unidades habitacionais convencionais.

Planilha Orçamentária					
Unidade habitacional de 39,05 m ² - 1 Dormitório- 112 unidades					
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UN.	CUSTO UN.	TOTAL (R\$)
1	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1	Limpeza do terreno, canteiro de obras	4373,60	un	6,26	27.375,53
1.2	Locação da obra	4376,60	m ²	4,04	17.679,58
1.3	Placa de obra	12,00	m ²	343,18	4.118,21
	Subtotal				49.173,32
2	INFRAESTRUTURA				
2.1	Escavação manual de solo até 1,00m de profund.	161,28	m ³	28,28	4.560,51
2.2	Aterro molhado e apiloado manualmente	1476,16	m ³	97,91	144.537,88
	Subtotal				149.098,39
3	ALVERARIA				
3.1	Fundação e estrutura				
3.1.2	Sapata de concreto armado				
3.1.2.1	Concreto usinado Fck 20Mpa, lançamento e cura	56,00	m ³	380,78	21.323,75
3.1.2.2	Forma de madeira	564,48	m ²	33,47	18.895,78
3.1.2.3	Aço CA 50A	3360,00	kg	7,54	25.339,27
3.1.2.4	Concreto magro Fck 10Mpa, lançamento e cura	7,84	m ³	356,72	2.796,71
3.1.2.5	Lastro de brita e=3cm	156,80	m ²	4,04	633,40
3.2	Viga de baldame				
3.2.1	Concreto usinado Fck 20Mpa, lançamento e cura	190,40	m ³	380,78	72.500,74
3.2.2	Forma de madeira	2858,24	m ²	33,47	95.678,63
3.2.3	Aço CA 50A	13328,00	kg	7,54	100.512,46
3.3	Supra estrutura				
3.3.1	Viga de concreto				
3.3.2.1	Concreto usinado Fck 20Mpa, lançamento e cura	95,20	m ³	380,78	36.250,37
3.3.2.2	Forma de Madeira	1543,36	m ²	33,47	51.663,46
3.3.2.3	Aço CA 50A	5712,00	kg	7,54	43.076,77
3.4	Pilar de concreto				
3.4.1	Concreto usinado Fck 20Mpa, lançamento e cura	114,24	m ³	380,78	43.500,45
3.4.2	Forma de madeira	2558,08	m ²	33,47	85.630,87
3.4.3	Aço CA 50A	10281,60	kg	7,54	77.538,18
3.5	Parede e vedações				
3.5.1	Alvenaria de tijolos 6 furos de 12cm de espessura	9455,04	m ²	42,97	406.319,57
3.5.2	Impermeabilização do baldrame pintura betuminosa	928,48	m ²	7,61	7.066,09
3.5.3	Impermeabilização com manta vinilica 3mm	275,52	m ²	68,31	18.821,94
3.6	Revestimentos de paredes				
3.6.1	Chapisco interno/externo cimento/areia 1:3	20401,92	m ²	4,76	97.041,55
3.6.2	Reboco massa única traço1:2:7(esp. mín. 2cm)	20401,92	m ²	21,69	442.453,19
3.6.3	Cerâmica azulejo 20x20cm branco	2142,56	m ²	38,71	82.946,42
	Subtotal				1.729.989,61

(Continua)

(Continuação)					
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UN.	CUSTO UN.	TOTAL (R\$)
3.7	Cobertura				
3.7.1	Laje pré-moldada concreto, aço, forma esc. Capa	1384,32	m ²	75,17	104.054,27
3.7.2	Estrutura em madeira	5136,32	m ²	50,35	258.613,04
3.7.3	Telhas cerâmicas tipo canal portuguesa	5136,32	m ²	64,41	330.843,40
3.7.4	Forro de PVC	2161,60	m ²	46,13	99.716,92
3.7.5	Beirais de cedrinho imunizado	1310,40	m ²	91,79	120.286,05
3.7.6	Rufos de alumínio 0,7mm 50cm	1993,60	m	41,32	82.374,41
	Subtotal				995.888,08
3.8	Pavimentação				
3.8.1	Lastro de brita esp. 3cm	3690,40	m ²	4,04	14.907,63
3.8.2	Contrapiso de concreto magro e=5cm - traço 1:3:6	3690,40	m ²	28,29	104.404,30
3.8.3	Piso cerâmico PEI III com argamassa colante	3797,92	m ²	47,01	178.553,25
3.8.4	Calçada em concreto desempenado e=5cm	3185,28	m ²	31,96	101.795,51
	Subtotal				399.660,69
4	PINTURA				
4.1	Pintura externa com tinta acrílica mais selador	5850,88	m ²	19,67	115.109,92
4.2	Pintura interna PVA e selador	13137,60	m ²	12,75	167.542,63
4.3	Pintura esquadrias fundo e tinta a óleo	2882,88	m ²	18,23	52.544,30
	Subtotal				335.196,85
5	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS				
5.1	Tubo de PVC leve de 40mm	324,80	m	20,12	6.533,39
5.2	Tubo de PVC leve de 50mm	1680,00	m	21,38	35.924,33
5.3	Tubo de PVC leve de 75mm	280,00	m	27,92	7.817,19
5.4	Tubo de PVC leve de 100mm	1904,00	m	25,74	49.009,34
5.5	Tubo de PVC leve de 200mm	145,60	m	86,31	12.566,18
5.6	Curva de PVC leve de 90-40mm	336,00	un	5,83	1.959,51
5.7	Curva de PVC leve de 90-50mm	896,00	un	11,43	10.240,71
5.8	Curva de PVC leve de 90-75mm	336,00	un	19,04	6.397,36
5.9	Curva de PVC leve de 90-100mm	224,00	un	21,91	4.907,26
5.10	Caps de PVC leve de 200mm (tampão)	112,00	un	137,70	15.422,83
5.11	Te de PVC leve de 45-50mm	336,00	un	12,71	4.271,08
5.12	Te de PVC leve de 90-50mm	224,00	un	12,71	2.847,39
5.13	Caixa sifonada de PVC 100x100x50mm com grelha	112,00	un	35,91	4.022,47
5.14	Vaso sanitário com caixa sobrepor 3/6litros	112,00	un	220,32	24.675,30
5.15	Pia de cozinha inox	112,00	un	231,00	25.872,00
5.16	Lavatório de louça com coluna	112,00	un	210,09	23.529,55
5.17	Válvula do lavatório de metal	112,00	un	11,88	1.331,05
5.18	Conj. acessórios sanitário-sabo, papelreira e cabide	112,00	un	43,11	4.828,51
5.19	Chuveiro elétrico	112,00	un	40,95	4.586,08
5.20	Torneira de metal BWC	122,00	un	37,68	4.596,92
5.21	Torneira de metal cozinha	122,00	un	51,40	6.270,52
5.22	Torneira boia plástica	112,00	un	106,63	11.942,35
5.23	Tanque plástico com torneira	112,00	un	30,12	3.373,94
5.24	Registro de pressão 3/4" com acabamento	224,00	un	100,29	22.464,09
5.25	Registro de gaveta de 1" com	112,00	un	121,06	13.559,06
5.26	Entrada d'água com registro	112,00	un	74,75	8.372,31
5.27	Reservatório de 500 litros de plástico	112,00	un	295,44	33.089,29

(Continua)

(Continuação)

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UN.	CUSTO UN.	TOTAL (R\$)
5.28	Caixa de gordura de 40x40x30cm com tampa	112,00	un	89,12	9.981,30
5.29	Caixa de inspeção sifonada 30x30cm	112,00	un	89,12	9.981,30
5.30	Caixa de inspeção cloacal de 30x30cm	112,00	un	89,12	9.981,30
5.31	Tubo de PVC soldável de 25cm	2968,00	m	5,54	16.449,68
5.32	Tubo de PVC soldável de 32mm	224,00	m	9,25	2.072,23
5.33	Te de PVC azul 90-25mmx1/2" LR	336,00	un	11,94	4.011,67
5.34	Te de PVC soldável de 25mm	336,00	un	5,51	1.852,96
5.35	Te de PVC soldável de 32x25mm	112,00	un	9,18	1.028,39
5.36	Joelho de PVC soldável de 90-25mm	448,00	un	5,11	2.291,50
5.37	Joelho de PVC soldável de 90-32mm	112,00	un	6,04	676,33
5.38	Joelho de PVC soldável de 90-20mmx1/2"-LR	336,00	un	8,51	2.858,20
5.39	Bucha de PVC soldável de 25x25mm	448,00	un	3,18	1.426,78
5.40	Bucha de PVC soldável de 32x32mm	224,00	un	4,34	972,81
5.41	Adaptador de PVC com flange de 32mmx1"	112,00	un	18,02	2.018,19
5.42	Adaptador de PVC de 20mmx1/2"	112,00	un	9,53	1.067,00
5.43	Adaptador de PVC de 32mmx1"	224,00	un	6,66	1.491,64
5.44	Ligação na rede de esgoto geral	224,00	un	407,28	91.230,65
5.45	Filtro anaeróbico – 1,00x1,00x1,30m	145,69	m ³	564,71	82.272,99
5.46	Tanque séptico – 1,00x1,85x1,30m	269,36	m ³	533,98	143.833,28
Subtotal					735.908,19
6	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				
6.1	Tomada simples	784,00	un	33,12	25.963,11
6.2	Tomada de chuveiro simples	112,00	un	33,12	3.709,02
6.3	Tomada 2P+T universal simples	448,00	un	33,12	14.836,06
6.4	Tomada para TV simples	112,00	un	33,12	3.709,02
6.5	Tomada telefônica simples	112,00	un	20,32	2.276,06
6.6	Interruptor 1 tecla	560,00	un	10,84	6.068,46
6.7	Interruptor 2 teclas	112,00	un	14,75	1.652,23
6.8	Caixa 4x2"	2016,00	un	9,55	19.261,55
6.9	Caixa 4x4"	112,00	un	10,80	1.209,06
6.10	Caixa octogonal	784,00	un	8,09	6.344,86
6.11	Botão de campainha	112,00	un	20,42	2.286,87
6.12	Campainha	112,00	un	34,74	3.891,22
6.13	Luminária plástica com lâmpada econômica 9W	560,00	un	30,19	16.908,29
6.14	Poste concreto duplo T-7m com quadro de medição	112,00	un	708,47	79.348,52
6.15	Caixa plástica de 6 disjuntores	112,00	un	87,51	9.800,63
6.16	Disjuntor 10A	224,00	un	11,68	2.615,77
6.17	Disjuntor 20A	112,00	un	11,68	1.307,88
6.18	Disjuntor 25A	112,00	un	11,68	1.307,88
6.19	Haste terra cooperweld com conector	336,00	un	50,63	17.010,20
6.20	Tubulação 3/4" flexível	7504,00	un	4,48	33.623,56
6.21	Tubulação 1" flexível corrugado de polietileno	1456,00	un	6,47	9.414,60
6.22	Curva de PVC pesado de 3/4"	448,00	un	8,15	3.650,34
6.23	Curva de PVC pesado de 1"	224,00	un	9,10	2.038,26
6.24	AR 22 com isolador roldana	112,00	un	30,88	3.458,86
6.25	AR 22 com isolador roldana	112,00	un	19,36	2.167,97
6.26	Parafuso 16x100mm	336,00	un	7,73	2.598,78
6.27	Fio 1,5mm ²	21840,00	m	2,19	47.875,94
6.28	Fio 2,5 mm ²	10080,00	m	2,91	29.323,15
6.29	Fio 4,0 mm ²	5712,00	m	4,43	25.279,05
6.30	Fio 10,0mm ²	1682,00	m	9,71	16.325,49

(Continua)

(Continuação)					
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UN.	CUSTO UN.	TOTAL (R\$)
	Subtotal				395.262,68
7	ESQUADRIAS COM FERRAGENS E VIDROS				
7.1	Porta madeira maciça eucalipto com marco 80x210	188,16	m ²	800,72	150.662,97
7.2	Porta madeira semi-oca pinus c/marco 80x210	112,00	un	361,15	40.448,65
7.3	Porta de madeira semi-oca c/marco 70x210	112,00	un	357,22	40.008,57
7.4	Porta de madeira semi-oca c/marco 60x210	112,00	un	356,61	39.940,63
7.5	Porta metálica com marco 140x210	329,00	m ²	351,57	115.665,45
7.6	Janela de ferro de correr 1,20x1,20 s/ pint.	322,56	m ²	355,54	114.682,13
7.7	Janela de ferro basculante 60x100cm	67,20	m ²	392,47	26.374,15
7.8	Janela metálica basculante 40x40cm	17,92	m ²	392,47	7.033,11
7.9	Divisória de madeira pinus lambri	1199,52	m ²	69,67	83.564,99
	Subtotal				618.380,64
8	SERVIÇOS COMPLEMENTARES				
8.1	Kit aquecedor solar completo 200L-2 pl. p/chuveiro	112,00	un	2.481,65	277.944,51
8.2	Fechamento do terreno –alambrado 1,00m com tela	4379,42	un	43,13	188.864,75
	Subtotal				466.809,26
9	TERRAPLAGEM	2083,25	m ³	4,72	9.822,79
	Subtotal				9.822,79
10	PAVIMENTAÇÃO	1,00	vb	384.712,73	384.712,73
	Subtotal				384.712,73
11	DRENAGEM PLUVIAL E OBRAS DE ARTE	1,00	vb	475.090,67	475.090,67
	Subtotal				475.090,67
12	SINALIZAÇÃO	1,00	Vb		13.892,63
	Subtotal				13.892,63
13	IMPLANTAÇÃO DO LOTEAMENTO POPULAR	1,00	vb	190.238,85	190.238,85
	Subtotal				190.238,85
TOTAL					6.949.125,38

Fonte: CONSTRUTORA CARLESSI, 2011.

Tabela 4 – Orçamento da implantação de unidades com o Selo Casa Azul.

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UN.	CUSTO UN.	TOTAL (R\$)
1	ALVERARIA				
1.1	Fundação e estrutura				
1.1.2	Sapata de concreto armado				
1.1.2.1	Concreto usinado Fck 20Mpa, lançamento e cura	56,00	m ³	380,78	21.323,75
1.1.2.2	Forma de madeira	564,48	m ²	33,47	18.895,78
1.1.2.3	Aço CA 50A	3360,00	kg	7,54	25.339,27
1.1.2.4	Concreto magro Fck 10Mpa, lançamento e cura	7,84	m ³	356,72	2.796,71
1.1.2.5	Lastro de brita e=3cm	156,80	m ²	4,04	633,40
2	PAREDES E VEDAÇÕES				
2.1	Painéis Sistema Monoforte				
2.1.1	Painel Monolítico	11.823,84	m ²	59,5	703.518,48
2.1.2	Reforço tipo "L"	8.400,00	pç	6,22	52.248,00
2.1.3	Reforço tipo "U" 70mm	3.920,00	pç	7,15	28.028,00
2.1.4	Reforço tipo "Liso"	5.040,00	pç	6,22	31.348,80

(Continua)

(Continuação)

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UN.	CUSTO UN.	TOTAL (R\$)
3	REVESTIMENTOS DE PAREDES				
3.1	Chapisco interno/externo cimento/areia 1:3	20401,92	m ²	4,76	97.041,55
3.2	Reboco massa única traço 1:2:7 (esp. mín. 2cm)	20401,92	m ²	21,69	442.453,19
3.3	Cerâmica azulejo 20x20cm branco	2142,56	m ²	38,71	82.946,42
	Subtotal				1.506.573,36
4	COBERTURA				
4.1	Laje pré-moldada concreto, aço, forma esc. Capa	1384,32	m ²	75,17	104.054,27
4.2	Estrutura em madeira	5136,32	m ²	50,35	258.613,04
4.3	Forro de PVC	2161,60	m ²	46,13	99.716,92
4.4	Beirais de PVC	1310,40	m ²	91,79	120.286,05
4.5	Rufos de alumínio 0,7mm 50cm	1993,60	m	41,32	82.374,41
4.6	Telhas				
4.6.1	Telhas recicladas (C=2,10, L=92cm esp.5 a 6mm, 13kg)	4.256,00	un.	41,50	176.624,00
4.6.2	Cumeeiras (C=57cm, L=92cm, ângulo=15°, 5kg)	560,00	un.	25,00	14.000,00
4.6.3	Transporte	4.256,00	km	1,97	8.384,32
	Subtotal				864.053,00
5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES				
5.1	Kit aquecedor solar - 200L - à vácuo 15 tubos + mão de obra	112,00	un	3.347,00	374.864,00
	Subtotal				374.864,00
6	PAISAGISMO	1,00	vb	29.792,00	29.792,00
	Subtotal				29.792,00
7	AREJADOR DE TORNEIRAS	336,00	un	18,00	6.048,00
	Subtotal				6.048,00
8	SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL				
8.1	Tubos de PVC 100mm	2.016,00	m	25,90	52.214,40
8.2	Joelho de PVC 45° 100mm	224,00	un	4,09	916,16
8.3	Joelhos de PVC 90° 100mm	224,00	un	2,99	669,76
8.4	Caixa d'Água de Polietileno Multiuso 1000L	112,00	un	297,97	33.372,64
8.5	Ladrão de caixa d'água	112,00	un	7,00	784,00
8.6	Calhas de PVC branco	1.344,00	m	44,90	60.345,60
8.7	Torneira para jardim plástico	112,00	un	1,79	200,48
8.8	Bloco de concreto estrutural	1.680,00	un	2,69	4.519,20
8.9	Cabeceira de PVC	224,00	un	11,69	2.618,56
8.10	Bocal de Pvc para Condutor Branco	112,00	un	29,90	3.348,80
8.11	Suporte para calha de PVC	1.120,00	un	5,59	6.260,80
8.12	Esquadro de PVC	112,00	un	21,90	2.452,80
8.13	Emenda de PVC para calha	448,00	un	17,99	8.059,52
	Subtotal				175.762,66
9	Lâmpada LED Bulbo 9 W Branco Frio E-27 Bivolt 90 Economia	672,00	un	9,75	6.552,00
	Subtotal				6.552,00
10	GESTÃO DE RCD	1,00	vb	2.000,00	2.000,00
	Subtotal				2.000,00
11	Tapumes madeira compensada 1,10 x 2,20 e 10mm	4379,42	un	36,90	161.600,600
	Subtotal				161.600,600

Fonte: LEROY MERLIN, 2016; JC AQUECIDORES; TERMOTÉCNICA, 2016; MUNDIAL TELHAS, 2016; CARLESSI CONSTRUTORA, 2016 adaptado pela AUTORA, 2016.

ANEXO B - MODELO DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Quadro 10 – Modelo de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição.

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO - PGRCD	Versão nº. _____ Data: ____/____/____
INFORMAÇÕES DO EMPREENDEDOR	
1 Número do CNPJ/CPF:	
1.1 Nome do proprietário ou locatário:	
INFORMAÇÕES DO EMPREENDIMENTO	
2 Nome do empreendimento:	
2.1 Responsável Técnico:	
2.2 Atividade: (finalidade residencial ou comercial)	
2.3 Objetivo: (construir, reformar, ampliar)	
2.4 Caracterização do empreendimento (m² total e área útil)	
2.5 Localização (endereço, coordenadas)	
2.6 Vias de acesso (anexar ao final do documento a imagem dos principais acessos)	
GERENCIAMENTO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS	
3 Impactos sobre o meio ambiente (Quais os impactos ambientais que justificam a necessidade do PGRCC) .	
3.1 Legislação (Legislações sobre resíduos que envolvam penalidades, locais e horários de estacionamento para caçambas transportadoras, etc. A nível municipal e quando não houver, procura-se à nível estadual ou federal).	
3.2 Diretrizes (Resolução do CONAMA nº. 307/2002 e nº 448/2012).	
3.2.1 Medidas de caracterização: (Identificar os resíduos e se possível, quantificá-los).	
3.2.2 Medidas de triagem: (De acordo com as classes dos resíduos).	

(Continua)

(Continuação)

3.2.3 Medidas de acondicionamento:

(Adquirir ou construir dispositivos e/ou acessórios de armazenamento como baias, além de big bags, bombonas com as devidas identificações dos RCC).

Quadro 1: Classificação, estimativa de quantidade e acondicionamento de resíduos.

Tipo de resíduo ¹	Classes		Quantidade estimada	Und. de medida	Acondicionamento ³
	Res. CONAMA 307/02 ¹	NBR 10.004/04 ²			

(1) Tipo de resíduo: Classificar de acordo com a Resolução 307/2002. Exemplo: Classe A – tijolo, argamassa. Classe B – Plástico, metal, papel, vidro, gesso. Classe C – Não recicláveis. Classe D: Perigosos (latas de tinta, solventes, impermeabilizantes).

(2) NBR 10.004/2004: Classificação dos resíduos de acordo com a periculosidade.

(3) Acondicionamento: tambores, bombonas, caçambas, tanques, a granel, bags.

3.2.4 Medidas de transporte - Empresa transportadora:

(Nome e verificação de licença).

3.2.5 Medidas de destinação:

(De acordo com cada classe – Resolução CONAMA nº. 307/2002).

Quadro 2 – Destino final.

Tipo de resíduo	Classe NBR 10.004/04	Destino	Nome, endereço, CNPJ do destino ¹

(1) Destino: aterro de reservação para uso futuro. Cooperativas de triagem e reciclagem. Aterro industrial. Empresas de trituração e reciclagem.

3.3 ATIVIDADES PARA A IMPLANTAÇÃO**3.3.1 Cronograma:**

(Reunião inaugural com a gerência, em seguida com os funcionários; local, período e frequência de treinamentos; responsáveis pelo mesmo). Descrever programa de treinamento e educação ambiental para funcionários da empresa, terceirizados, público usuário.

3.3.2 Planejamento do canteiro de obra:

(Alocação dos dispositivos e acessórios; responsáveis). Planta baixa com figuras dos locais de geração, armazenamento, segregação e coleta dos resíduos nos canteiros de obra.

3.3.3 Monitoramento:

(Relatórios, cópia do Controle de Transporte de Resíduos – CTR expedida da empresa transportadora e Aterro sanitário).

4 ANEXOS

ANEXO C – PLANILHA DE CRITÉRIOS, CATEGORIAS E CLASSIFICAÇÃO DO SELO CASA AZUL

Quadro 11 – Resumo das Categorias, critérios e classificação do Selo Casa Azul.

QUADRO RESUMO - CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO			
CATEGORIAS	CLASSIFICAÇÃO		
1 QUALIDADE URBANA	BRONZE	PRATA	OURO
1.1 Qualidade do entorno – Infraestrutura	obrigatório	19 obrigatórios + 6 livre escolha	19 obrigatórios + 12 livre escolha
1.2 Qualidade do entorno – Impactos	obrigatório		
1.3 Melhorias no entorno			
1.4 Recuperação de áreas degradadas			
1.5 Reabilitação de imóveis			
2 PROJETO E CONFORTO			
2.1 Paisagismo	obrigatório		
2.2 Flexibilidade de projeto			
2.3 Relação com a vizinhança			
2.4 Solução alternativa de transporte			
2.5 Local para coleta seletiva	obrigatório		
2.6 Equipamentos de lazer, sociais e esportivos	obrigatório		
2.7 Desempenho térmico –Vedações	obrigatório		
2.8 Desempenho térmico – Orientações ao Sol e Ventos	obrigatório		
2.9 Iluminação natural de áreas comuns			
2.10 Ventilação e iluminação natural de banheiros			
2.11 Adequação às condições físicas do terreno			
3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA			
3.1 Lâmpadas de baixo consumo – Áreas privativas	obrigatório		
3.2 Dispositivos economizadores – Áreas comuns	obrigatório		
3.3 Sistema de aquecimento solar			
3.4 Sistema de aquecimento a gás			
3.5 Medição individualizada - Gás	obrigatório		
3.6 Elevadores eficientes			
3.7 Eletrodomésticos eficientes			
3.8 Fontes alternativas de energia			
4 CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS			
4.1 Coordenação modular			
4.2 Qualidade de materiais e componentes	obrigatório		
4.3 Componentes industrializados ou pré-fabricados			
4.4 Formas e escoras reutilizáveis	obrigatório		
4.5 Gestão de resíduos de construção e demolição	obrigatório		
4.6 Concreto com dosagem otimizada			
4.7 Cimento de alto-forno (CPH) e Pozolânico (CPIV)			
4.8 Pavimentação com RCD			
4.9 Facilidade de manutenção da fachada			
4.10 Madeira plantada ou certificada			

(Continua)

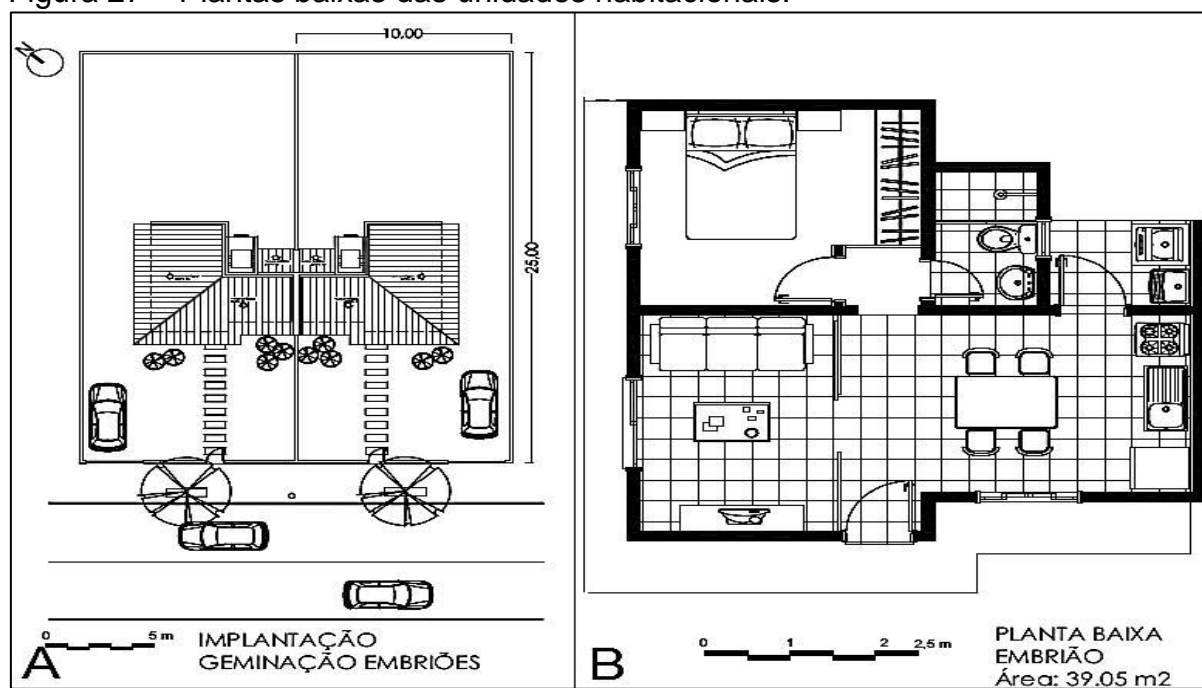
(Continuação)

5 GESTÃO DA ÁGUA		19 obrigatórios + 6 livre escolha	19 obrigatórios + 12 livre escolha
5.1 Medição individualizada - Água	obrigatório		
5.2 Dispositivos economizadores – Sistema de descarga	obrigatório		
5.3 Dispositivos economizadores – Arejadores			
5.4 Dispositivos economizadores – Registro regulador de vazão			
5.5 Aproveitamento de águas pluviais			
5.6 Retenção de águas pluviais			
5.7 Infiltração de águas pluviais			
5.8 Áreas permeáveis	obrigatório		
6 PRÁTICAS SOCIAIS			
6.1 Educação para gestão de RCD	obrigatório		
6.2 Educação ambiental dos empregados	obrigatório		
6.3 Desenvolvimento pessoal dos empregados			
6.4 Capacitação profissional dos empregados			
6.5 Inclusão de trabalhadores locais			
6.6 Participação da comunidade na elaboração do projeto			
6.7 Orientação aos moradores	obrigatório		
6.8 Educação ambiental dos moradores			
6.9 Capacitação para gestão do empreendimento			
6.10 Ações para mitigação de riscos sociais			
6.11 Ações para geração de empregos e renda			

Fonte: CEF, 2010.

ANEXO D – PLANTA BAIXA DA UNIADADE BÁSICA

Figura 27 – Plantas baixas das unidades habitacionais.



Fonte: UNESCO, 2010. A – Planta baixa da unidade habitacional. B – Planta superior.